

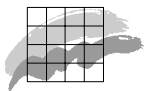


Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

Tålegrænse for kvælstof for Idom Hede, Ringkøbing Amt

Faglig rapport fra DMU, nr. 453

[Tom side]



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

Tålegrænse for kvælstof for Idom Hede, Ringkøbing Amt

*Faglig rapport fra DMU, nr. 453
2003*

*Knud Erik Nielsen
Jesper L. Bak*

Datablad

Titel:	Tålegrænse for kvælstof for Idom Hede, Ringkøbing Amt
Forfattere: Afdeling:	Knud Erik Nielsen, Jesper L. Bak Afdeling for Terrestrisk Økologi
Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 453
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Miljøministeriet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsestidspunkt: Redaktionen afsluttet:	August 2003 Juli 2003
Faglig kommentering: Finansiell støtte:	Hans Jørgen Degn, Ringkøbing Amt og Hans Løkke, DMU. Ringkøbing Amt
Bedes citeret:	Nielsen, K.E. & Bak, J.L. 2003: Tålegrænse for kvælstof for Idom Hede, Ringkøbing Amt. Danmarks Miljøundersøgelser. 50 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 453 http://faglige-rapporter.dmu.dk

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.

Sammenfatning:	Tålegrænsen for kvælstof for en konkret hede, Idom Hede i Ringkøbing Amt, er beregnet og hedens bevaringsstatus er vurderet. Tålegrænsen er i denne rapport beregnet med to forskellige metoder: Den empiriske metode som tager udgangspunkt i vegetationens tilstand, samt den simple massebalance-model for kvælstof. Ved de to metoder er tålegrænsen for Idom Hede udregnet til henholdsvis 10-12 og 9 kg kvælstof pr. ha pr. år. Ud fra en samlet vurdering er bevaringsstatus for Idom Hede ugunstig. En fortsættelse af den igangsatte naturpleje vil kunne ændre denne status i positiv retning. De sidste 50 års påvirkning med kvælstof og en samtidig beskeden plejeindsats har medført en op-hobning af kvælstof i jordbundens øverste lag. Overvejelser over en succesfuld hedepleje må i dag tage udgangspunkt i en reduktion af kvælstofpuljen, da den ønskede vegetation ellers ikke vil kunne opnås – eller i bedste fald kun kunne opretholdes i en begrænset periode. Det kan ske enten ved en pleje som fjerner næringsstofferne eller en nedsættelse af tilførslen. Der bør dog formentligt ske en indsats på begge fronter hvis man ønsker at næringsfattige naturtyper som hederne bevaret.
----------------	--

Emneord:	Tålegrænse, hede, C/N forhold, bevaringsstatus
Layout: Tegninger:	Hanne Kjellerup Hansen Grafisk værksted, Silkeborg
ISBN: ISSN (elektronisk):	87-7772-750-9 1600-0048
Sideantal:	50
Internet-version:	Rapporten findes kun som PDF-fil på DMU's hjemmeside http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/fr453.pdf
Købes i boghandelen eller hos:	Miljøministeriet Frontlinien Strandgade 29 1401 København K Tlf.: 33 66 02 00 e-mail: frontlinien@frontlinien.dk www.frontlinien.dk

Indhold

Resume 5

1 Formål 7

2 Baggrund 9

3 Tålegrænser 11

4 Metode 13

4.1 Basisinformation på lokaliteten 13

4.2 Vegetationsanalyse 13

5 Næringsstoffer 15

6 Resultater 17

6.1 Vurdering af kvælstofdeposition 17

6.2 Inddeling af delområder 18

6.3 Vegetationsanalyse 19

6.4 Næringsstoffer 21

6.5 C/N forholdet 22

6.6 Fosfor 22

7 Tålegrænsen for Idom Hede 25

7.1 Vurdering på baggrund af den empirisk baserede tålegrænse 25

7.2 Anvendelse af den simple massebalanceligning for kvælstof 26

8 Diskussion 29

8.1 Hvor stammer kvælstoffet fra? 29

8.2 Hvor havner kvælstoffet fra nedbøren? 29

8.3 C/N ratio og forsuring 30

8.4 N:P forholdet 32

8.5 N i løv 33

8.6 Floristiske ændringer 34

9 Konklusion 35

10 Referencer 37

Bilag 1 39

4030 Tørre heder – forslag til overvågning 39

Bilag 2 43

Bilag 3 44

Bilag 4 45

1. Basisinformation 45
2. Detaljeret arealkortlægning 45

Bilag 5 47

Bilag 6 48

Danmarks Miljøundersøgelser

Faglige rapporter fra DMU

Resume

Formålet med dette samarbejdsprojekt mellem Danmarks Miljøundersøgelser og Ringkøbing Amt er at beregne tålegrænsen over for kvælstof for en konkret hede og i forlængelse heraf at vurdere hedens bevaringsstatus bl.a. ved anvendelse af den beregnede tålegrænse.

Tålegrænsen for et naturområde er defineret som den mængde luftforurenende stoffer som naturen kan modtage uden at der kommer væsentlige negative effekter. Tålegrænser er i dag et almindeligt anvendt redskab ved regulering af luftforurening, både i form af internationale aftaler og på lokal skala ved amternes vurderinger af udvidelser af større husdyrbrug (VVM).

Selvom anvendelse af tålegrænser udgør en simplificering, betyder det ikke at fastsættelsen af tålegrænsen for et naturområde er en simpel sag, bl.a. fordi tålegrænsen ikke er et konstant tal. For det første varierer den efter lokale forhold dvs. den her bestemte tålegrænse er alene gældende for Idom Hede. For det andet er det afgørende hvad der i en given sammenhæng vil blive betragtet som væsentlige effekter. I dette tilfælde er kriterierne for væsentlige effekter en ændring af dækningsgraden af dværgbuske og C/N forholdet i den øverste del af jordbunden. For det tredje er den anvendte tidshorisont væsentlig. For det fjerde vil tålegrænsen afhænge af driften/plejen af området. Naturpleje, som i forskellig grad fjerner næringsstoffer ved afbrænding, slåning, tørveskrælning eller afgræsning, vil mindske områdets næringsstofpulje. Derved kan området tåle en større tilførsel af næringsalte.

Tålegrænsen er i denne rapport beregnet med to forskellige metoder: Den empiriske metode som tager udgangspunkt i vegetationens tilstand samt den simple massebalance-model for kvælstof. Begge metoder er udførligt beskrevet i den manual som anvendes i forbindelse med VVM-sagsbehandlingen (Bak, 2001). Ved de to metoder er tålegrænsen for Idom Hede udregnet til henholdsvis 10-12 og 9 kg kvælstof pr. ha pr. år.

Tålegrænsen for Idom Hede er sammenlignet med den mængde kvælstof som fra luften tilføres heden. Den er af DMU's Afdeling for Atmosfærisk Miljø udregnet til 21 kg kvælstof pr. ha pr. år. Det kan konkluderes med stor sandsynlighed at der er en væsentlig overskridelse af tålegrænsen. Det understøttes af observationer på heden af ændringer i vegetationen.

Som et bilag til denne rapport er fremstillet et kort over tilførslen af kvælstof fra luften til Ringkøbing Amt hvor der på basis af simple antagelser er foretaget en fordeling af kvælstofdepositionen i forhold til husdyrproduktionen. Kortet viser generelt noget højere værdier end det grundlag som hidtil er anvendt i amtets VVM-sagsbehandling. Det skyldes at DMU har forbedret de modeller der anvendes til beregningen. De nye modeller giver bedre overensstemmelse mellem beregnede og faktisk målte værdier. Dette medfører for Idom Hede at der deponeres mere kvælstof fra luften end Ringkø-

bing Amt hidtil har regnet med og dermed at tålegrænsen kun var overskredet i begrænset omfang. Det stemte dog ikke overens med at man kan se væsentlige forringelser i hedens naturtilstand. Dette understreger at behovet for at nedbringe udslippet af kvælstof til luften, hvis man ønsker at sikre naturværdierne på Idom Hede, er større end hidtil antaget.

Rapportens anden del er en vurdering af den overvågning af række EU-habitatområder som starter i 2004. Metoderne til denne overvågning er ved at blive afprøvet, og det indebærer bl.a. en undersøgelse af bevaringsstatus. I denne forbindelse er det oplagt at undersøge bevaringsstatus for Idom Hede nærmere.

Ud fra en samlet vurdering er bevaringsstatus for Idom Hede ugunstig. Men det er også vurderingen at en fortsættelse af den igangsatte naturpleje vil kunne ændre denne status i positiv retning. De sidste 50 års påvirkning med kvælstof og en samtidig beskeden plejeindsats har medført en ophobning af kvælstof.

En succesfuld pleje af Idom Hede må i dag tage udgangspunkt i en reduktion af næringsstofpuljen. Ellers vil den ønskede vegetation ikke kunne opnås – eller i bedste fald kun kunne opretholdes i en begrænset periode. Det kan ske ved en kombination af pleje som fjerner næringsstofferne og nedsættelse af tilførslen.

1 Formål

Formålet med dette samarbejdsprojekt mellem Ringkøbing Amt og DMU, Afdeling for Terrestrisk Økologi, er at beregne en talegrænse på en hedelokalitet samt at vurdere lokalitetens bevaringsstatus. Idom Hede er udvalgt som forsøgsområde da der er godt kendskab til den driftsmæssige pleje på heden. Der vil dermed være mulighed for at kunne vurdere hvorledes forskellige forhold på denne hede kan påvirke en talegrænse. Talegrænserne er beregnet med to forskellige metoder: Den empiriske metode som tager udgangspunkt i vegetationen samt den simple massebalancemodel for kvælstof, der fordrer en opgørelse af samtlige kvælstofpuljer/-strømme på lokaliteten. Begge metoder er udførligt beskrevet i VVM-manualen (Bak, 2001). Scenarier for hvorledes forskellige plejestrategier kan påvirke talegrænsen og dermed fastholde de undersøgte hedetyper i en gunstig bevaringsstatus, er ligeledes opstillet.

Der er indsamlet prøver af vegetation og morlag til analyse for kulstof, kvælstof og fosfor. Med udgangspunkt i de metoder der er beskrevet i VVM-manualen, er der derfor også foretaget en beregning og vurdering af det udvalgte hedeområdes samlede påvirkningsgrad af kvælstof og dermed af baggrundbelastningen samt en vurdering af fosfors rolle.

I forbindelse med afprøvning af overvågningsmetoder for heder er der foretaget en undersøgelse af lokalitetens bevaringsstatus. Det skal indledningsvis understreges at der er tale om en afprøvning af overvågningsmetoder som de forelå på tidspunktet (bilag 1). Undersøgelsen omfatter også en afprøvning af forslag til tekniske anvisninger for hedetype 4030 (tør hede) i henhold til Habitat-direktivet der skal danne baggrund for en egentlig overvågning af danske naturarealer som de er defineret i Habitat-direktivet. Formålet med samarbejdsprojektet skal derfor også ses som led i udvikling af overvågningen i det kommende NOVANA-program.

Det kommende overvågningsprogram indebærer overvågning af naturtypens areal, naturtypens struktur og funktion samt naturtypens karakteristiske arter som de er defineret i fortolkningsmanualen (Interpretation manual, 1999 <http://europa.eu.int/comm/environment/nature/habit-en.pdf>). DMU har i samråd med blandt andet Ringkøbing Amt opstillet et forslag til lokale kriterier for gunstig bevaringsstatus for tørre heder (type 4030), bilag 2. De opstillede kriterier er derfor blevet undersøgt i projektet. Det vil desuden være et formål at vurdere betydningen af de væsentligste menneskeskabte påvirkninger af områdernes nuværende og fremtidige tilstand, idet overvågningen ud over at kunne registrere forandringer også skal kunne virke som varslingsystem for fremtidige uacceptable ændringer af bevaringsstatus. Grænserne for disse uønskede ændringer vil blive formuleret i forslag til målsætninger for Idom Hede. Overvågningen skal i denne forbindelse kunne tjene som grundlag for udarbejdelse af eller justering af egnede plejeplaner for lokaliteten.

[Tom side]

2 Baggrund

Der eksisterer efterhånden en ret omfattende viden om kvælstofs effekter i naturlige og seminaturlige økosystemer. En af anbefalingerne fra den internationale konference vedr. tålegrænser, afholdt i København i 1999, var at fokus fremover i højere grad skal rettes mod bevarelse af biodiversitet og naturlige processer i økosystemerne (Nielsen and Løkke, 2001). I Danmark forventes det nuværende niveau af depositioner af forsurende og eutrofierende stoffer både at udgøre et problem for den langsigtede stabilitet af skovene og at udgøre en væsentlig trussel mod en række naturligt næringsfattige naturtyper (Bak et al, 1999).

Forsuring og eutrofiering forventes at udgøre en trussel mod naturens diversitet, både gennem påvirkning af de følsomme naturtyper struktur og funktion (påvirkning af habitaterne) og gennem en negativ påvirkning af enkelte arters udbredelse. Der er i princippet to mekanismer der kan ændre artssammensætningen af (semi)naturlige økosystemer som følge af kvælstofdepositioner:

- 1) Forøget tilgængelighed af N kan føre til dominans af et begrænset antal hurtigvoksende plante-arter hvis kvælstof har været begrænsende for væksten af disse arter.
- 2) Øget surhedsgrad af jorden kan føre til tilbagegang eller udryddelse af surhedsfølsomme plante-arter, specielt på jorder med lille bufferevne som jordbunden på heder.

På hederne er såvel bufferegenskaberne som næringsstofcyklus stort set begrænset til det øverste organiske lag – morlaget.

Jordbundens humusformer er en meget vigtig del af økosystemet. Humusformen har afgørende indflydelse på planternes vækstforhold, vandhusholdning, næringsstoffer, fauna etc. Mange planter, der vokser under sure næringsfattige forhold, har store koncentrationer af phenollignende forbindelser i deres blade og rødder der gør dem meget lidt attraktive at spise direkte eller i den senere nedbrydningsfase. Jordbundens phenolforbindelser påvirker bakterierne og svampemycelier samt frøspiring hos de højere planter. Phenolforbindelser har vist sig at påvirke jordbundens mikrobielle omsætningsprocesser i negativ retning og dermed resultere i opbygning af morlaget. Specielt i meget næringsstoffattige økosystemer er visse planter på denne måde i stand til at påvirke deres egen næringsstofcyklus og jordbundens egenskaber gennem feedback-mekanismer der øger deres egen egnethed til at overleve (fitness). *Sphagnum* er det mest oplagte eksempel på en organisme der næsten har overtaget hele det hydrologiske kredsløb og dermed også næringsstofkredsløbet. Inden for visse grænser er mange processer således under planternes kontrol bestemt af den potentielle tilgængelighed af næringsstoffer, vand og lys.

På heder vil den dominerende lyngvegetation under normale omstændigheder opnå en fordel i konkurrence over for andre planter

gennem disse positive feedback-mekanismer der resulterer i en jordbund der ikke er attraktiv for andre planter. Lyngens langsomme vækst, det svært omsættelige plantemateriale og en effektiv udnyttelse af de tilgængelige næringsstoffer sænker hastigheden af stofkredsløbet og umuliggør i praksis et større rykind af andre arter. Et af resultaterne af lyngens egenskaber er blandt andet opbygning af et morlag der på denne måde sikrer en effektiv tilbageholdelse og tilgængelighed af de få næringsstoffer der er i cirkulation. Konkurrencen under jorden vil være afgørende hvilket også betyder at lyngen er nødt til at ofre en del ressourcer på at opbygge et stort rodnet. I næringsstoffattige økosystemer vil planterne have tendens til at ofre flere ressourcer på de dele som økosystemet i forvejen er i mangel på. Derfor vil lyngen bruge megen energi på at udvikle et godt rodsystem for at kompensere for den naturlige næringsstofmangel i jordbunden i modsætning til planter på mere næringsstofrige økosystemer. I disse økosystemer har planterne normalt en langt højere væksthastighed og plantematerialet omsættes relativt hurtigt. Her er det ikke manglen på næringsstoffer, men langt oftere lysmængden der er den begrænsende parameter.

En øget kvælstofdeposition forventes at have forskellige effekter afhængig af vegetationstype og jordbund. Man skal imidlertid huske at stigningen i kvælstofdepositionen tidsmæssig er sammenfaldende med andre forandringer. Det er derfor ikke nogen nem opgave at afgøre hvilken faktor der er mest afgørende for forandringer i hedens natur - ændringer i nedbørskemi eller ændring af driftsformer. De gamle ekstensive driftsformer på heden er stort set ophørt siden den 2. verdenskrig hvilket mange steder har resulteret i indvandring af buske og træer. Samtidig er de oprindeligt langsomtvoksende lave arter, som blev favoriseret af hyppige forstyrrelser, blevet erstattet af hurtigtvoksende høje arter. Den slags forandringer er de samme som sker ved øget næringsstoffakkumulering. Begge faktorer har betydning og medfører at en opretholdelse af heden kræver beskyttelse mod yderligere forringelser.

3 Tålegrænser

Tålegrænsen er defineret som et belastningsniveau for luftforurenende stoffer hvorunder der ikke - vurderet på baggrund af den bedste tilgængelige viden - vil forventes at optræde væsentlige negative effekter. I mangel af metoder til fastsættelse af egentlige dosis-respons sammenhænge, er tålegrænser i dag et almindeligt anvendt redskab ved regulering af luftforurening, både i form af internationale aftaler og på lokal skala. Selvom anvendelse af tålegrænser udgør en væsentlig simplificering, er fastsættelsen af tålegrænsen for et naturområde i en konkret sammenhæng ikke helt enkel.

For det første afhænger tålegrænsen af en række lokale forhold hvoraf nogle kan være vanskelige at bestemme. Til forsuren bidrager både depositioner af basekationer og mineralforvitring i jorden til et områdes bufferevne. Kulstofpuljen, den hidtidige kvælstofakkumulering, men også af kvælstofprocesserne og forekomsten af andre essentielle næringsstoffer spiller alle ind på et områdes bufferevne og dermed også på effekter af kvælstof. For både forsuring og eutrofiering vil tålegrænsen desuden i høj grad afhænge af den aktuelle og forventede drift/pleje af området.

For det andet er det afgørende hvad der i en given sammenhæng vil anses for væsentlige effekter. Hvis man anvender terminologien fra Habitat-direktivet, omfatter beskyttelse af et naturområde beskyttelse af struktur, funktion, areal og karakteristiske arter. Der er for danske naturområder som ønskes beskyttet efter direktivet, opstillet en række indikatorer med fastsatte kriterier for gunstig bevaringsstatus. For §3 naturen er målsætningen i dag væsentligt mindre vidtgående, og der vil som følge af den kommende naturkvalitetsplanlægning blive opereret med differentierede målsætninger. Til brug for internationale aftaler om begrænsning af luftforureningen har der primært været anvendt tålegrænser beregnet m.h.p. at beskytte den langsigtede stabilitet af - og produktionen i skovene samt ørredbestandene i ferskvand.

Endelig er den anvendte tidshorisont væsentlig. For skov anvendes normalt en tidshorisont på mindst en til to skovrotationer. For naturtyper hvor det primært er muligt at anvende empirisk baserede tålegrænser, er tidshorisonten normalt ca. 30-40 år fordi det typisk på baggrund af det eksisterende datagrundlag ikke er muligt at udtale sig om effekter på længere sigt. Generelt vil tålegrænsen for forholdsvist upåvirkede områder være lavere jo længere tidshorisont der anvendes.

Der findes 3 typer af metoder til beregning / fastsættelse af tålegrænser. Hvor de uønskede effekter kan relateres til en kemisk indikator / kriterie kan der 1) anvendes jordbundskemiske modeller til beregning af tålegrænserne. Der har traditionelt været anvendt ligevægtsmodeller, men anvendelsen af modeller vil nok fremover skifte til 2) dynamiske modeller.

Påvirkningen af diversitet og enkeltarter kan i dag primært vurderes ved anvendelse af de 3) såkaldte empiriske tålegrænser for kvælstof der er fastsat på basis af observerede og publicerede ændringer i økosystemers struktur og funktion på baggrund af laboratoriedata, feltobservationer og/eller beregninger med dynamiske økosystemmodeller. Tålegrænserne er primært baserede på observerede ændringer i planters udvikling eller ændringer i artssammensætning eller -dominans, men i enkelte tilfælde er også ændringer i økosystemernes funktion, fx kvælstofudvaskning eller -akkumulering, anvendt som indikator.

På længere sigt vil tålegrænser for påvirkninger af biodiversitet formentligt kunne beregnes ved anvendelse af koblede jordbundskemiske- og modeller for planteforekomst. Der foretages pt i DMU en afprøvning af det hollandske SMART/MOVE modelsystem.

Empirisk baserede tålegrænser for en række forskellige naturtyper er blevet fastsat af FN's Økonomiske Kommission for Europa (UN/ECE) og FN's Verdenssundhedskommission (WHO) gennem en procedure der har omfattet åbne videnskabelige konferencer og vedtagelse i arbejdsgrupper bestående af nationale eksperter. De anbefalede værdier dækker imidlertid forholdsvis brede intervaller der så vidt muligt bør differentieres efter en konkret vurdering for de nationale naturtyper og tilgængelige nationale data. Ved anvendelse på konkrete naturområder bør der tilsvarende ske en konkret vurdering af tålegrænsen. Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Terrestrisk Økologi er nationalt knudepunkt for dette arbejde og deltager som sådan i det internationale arbejde, ligesom DMU løbende udarbejder rapporter og vejledninger vedr. den danske naturs følsomhed for luftforurening (<http://www.sns.dk/Nyheder/hoeringer/grafik/VVM-SNS-ny.pdf>).

4 Metode

Metoden følger udkast til Teknisk anvisning for Vegetationsovervågning (som senere er revideret) fra 2001.

4.1 Basisinformation på lokaliteten

Idom Hede er en del af området Idom Å som blev fredet ved en kendelse fra Overfredningsnævnet i 1985, se bilag 7. Der er 185,7 ha hede, og i relation til EF-Habitat-direktivet tilhører det meste af arealet naturtypen "tør hede"- 4030. Undersøgelsen er foretaget på den nordligste del af heden, d.v.s. den del af området der er privatejet. Her har Ringkøbing Amt forpligtelsen til at udføre naturpleje og føre tilsyn med overholdelse af fredningskendelsen. Amtet har fremskaffet følgende information: Orthofoto fra 1995 til overblik over den nuværende vegetationsdækning, bilag 3. Endvidere de seneste 15-20 års driftshistorie med oplysninger om hidtidig plejeforanstaltninger med optegnelser af områder med evt. rydninger, afbrænding, slåning og afgræsning, bilag 4. Oplysningerne er primært brugt som en støtte til opdeling af lokaliteten i delområder.

Endvidere foreligger uddrag af en rapport om "Naturtyper på Skovbjerg Bakkeø og deres vegetation" fra 1973. Området karakteriseres her som værende af stor botanisk værdi med en stor mængde biotoper af betydning for en rig og varieret fauna.

4.2 Vegetationsanalyse

Der er udlagt 5 transekter i nord-syd retning og 5 i øst-vest retning. Udstrækningen nord-syd er 2138 m og afstanden mellem transekterne er 401 m. Udstrækningen øst-vest er 1704 m og afstanden mellem disse transekter er 510 m. Da hedeområdet er større end 10 ha skal der i vegetationsanalysen udlægges 60 stk. 10 meter linjer ækvivalent på lokaliteten. Afstanden mellem disse 10 m linjer er 145 m. Ifølge forslaget til den tekniske anvisning skal vegetationsanalysen gennemføres på en fast dato i august måned. I nærværende undersøgelse er feltundersøgelsen foretaget i december 2001.

Da undersøgelsens formål blandt andet er en afprøvning af den kommende metode for overvågning af terrestrisk natur i NOVANA, er der kun undersøgt i alt seks 10 m linjer. Resultatet af vegetationsanalysen fremgår af tabel 2.

Forekomsten af de dominerende planter, bar jord etc. er vurderet på 10 m intervaller ved at hver art tilskrives den del af linjen som den dækker og sådan at summen af "artslængder" holder sig inden for $10 \text{ m} \pm 0,5 \text{ m}$. Mosser og laver blev opmålt på tilsvarende måde, men som et selvstændigt vegetationslag.

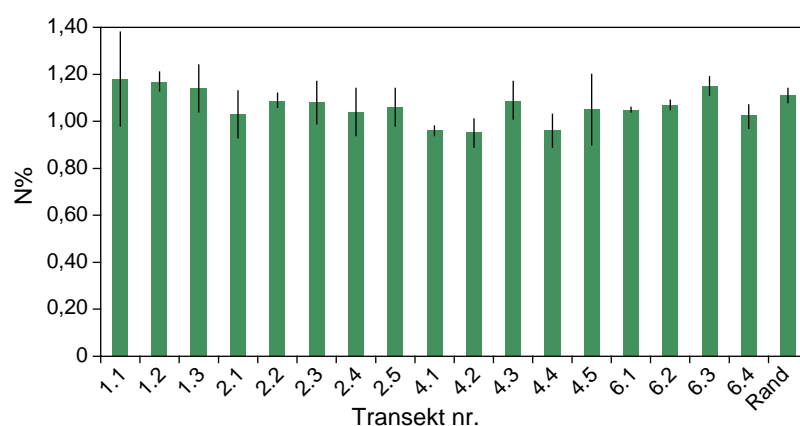
Bestandsopgørelser af følgende ikke-dominerede ("karakteristiske") arter skal medtages ifølge kravene fra Habitat-direktivet. Følgende

arter er nævnt i "fortolkningsmanualen": Engelsk, Tysk og Håret visse. Disse ikke-fladedækkende arters forekomst, som ikke vil blive fanget af transektundersøgelsen, er opgjort på følgende måde: Langs hele linjen er alle de "karakteristiske arter" optalt i en afstand fra linjen på 0,5 m.

5 Næringsstoffer

Der er indsamlet prøver til bestemmelse af indhold af kvælstof i lyngskud fra i alt 18 linjestykker jævnt fordelt over hele lokaliteten. Prøverne er indsamlet langs 10 m-linjestykkerne ved for hver meter at afklippe ca. 5 årsskud. I denne undersøgelse er prøverne fra et linjestykke ikke blevet puljet da det var et vigtigt formål med analyserne at kunne vurdere spredningen inden for et linjestykke. Der er således analyseret 90 prøver af årsskud af lyng. Nogle områder på heden er ikke analyseret på grund af mangel på lyng - enten grundet de omfattende områder med død lyng eller områder med dominans af græs. Resultaterne fremgår af figur 1. En stor del af de græsdominerede områder i den nordligste del af Idom Hede var tidligere klassificeret som skov på 4 cm kortet fra 1982.

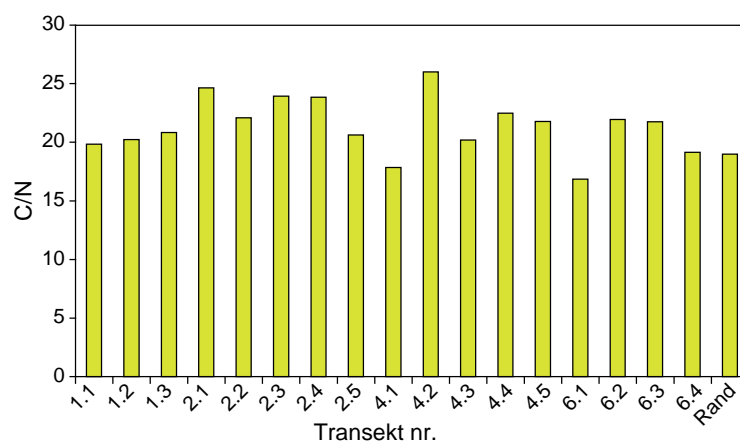
Figur 1. Kvælstofindhold i årsskud hos lyng. Generelt er kvælstofindholdet under 1,2 %. Transekternes linjenumre ses på bilag 3.



På linjestykkerne er der udtaget 18 prøver af den nederste del af morlaget (H-laget) til analyse for kulstof og kvælstof. H-laget er den mest entydige horisont hos morlaget idet der gennem sæsonen vil være en varierende mængde litter i den øverste del og dermed en risiko for at introducere for megen tilfældighed i resultatet af analysen. Den øverste del af morlaget vil bestå af en blanding af nyere og ældre plantedele hvorimod den nederste del vil være langt mere homogen i sin sammensætning og dermed lettere at udtage på en standardiseret måde. Et stålør (ca. 30 mm) med en skarp kant blev trykket ned gennem morlaget. Den samlede tykkelse blev målt til nærmeste hele cm. Den øverste del med genkendelige planterester samt den nederste del hvor tørven ikke var sammenhængende blev smidt væk. Det var således kun den homogene del af morlaget, rensat for større rødder, der gik videre til analyse. På hvert linjestykke er der for hvert 2 m indsamlet en delprøve. De 6 delprøver fra hvert linjestykke er puljet til en prøve. Resultaterne fremgår af figur 2.

Ud af de 18 prøver er 5 prøver undersøgt for indhold af totalt fosfor, tabel 3. Prøverne er udvalgt så de dækker hedeområdet så godt som muligt. Endvidere er der udtaget en puljet prøve i den vestligste del af hedeområdet .

Figur 2. C/N i morlag.
Transekternes linjenumre
ses på bilag 3. C/N
forholdet spænder fra 18 til
25 med et gennemsnit på
20,7.



6 Resultater

6.1 Vurdering af kvælstofdeposition

Nedfaldet af kvælstof på danske heder varierer mellem 8 og 30 kg N ha⁻¹ år⁻¹ (Bak, 2001). Skræntlokaliteter må formodes at variere endnu mere og vil typisk modtage mere kvælstof end en tilsvarende vandret lokalitet, og forekomst af træer vil forstærke depositionen yderligere. Der er ikke foretaget målinger af depositionen på Idom Hede, men på Hjerl Hede er den gennemsnitlige totale kvælstofdeposition fra 1993-96 blevet målt til 18,3 kg N ha⁻¹ år⁻¹ (Hansen og Nielsen, 1998). Våd-depositionen af kvælstof udgør 70 % af den totale deposition. Af den totale kvælstofdeposition er ca. 67 % ammonium.

Der kan foretages en mere konkret vurdering af depositionen på heden ved anvendelse af metoden beskrevet i 'Manual til vurdering af ammoniakeffekter på lokal skala i forbindelse med VVM-vurderinger og kapitel 5 godkendelser af intensive husdyrbrug' (Bak, 2001). Baggrundsdepositionen beregnes ved anvendelse af gennemsnitsdepositionen for kommunen og en skalering for husdyrtætheden i nærområdet hvis den afviger fra gennemsnittet for kommunen. De aktuelle depositions niveauer for Ringkøbing Amt er gengivet i bilag 5. Depositionerne er beregnet som gennemsnittet for årene 1999, 2000 og 2001 med ACDEP modellen som en del af NOVA-programmet (Ellermann et al., 2001).

For Holstebro kommune er den aktuelle baggrundsdeposition med kvælstof således beregnet til ca. 21,3 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Husdyrtætheden i nærområdet (radius 2,5 km) af Idom Hede er ca. 0,56 DE ha⁻¹ hvilket er 0,17 DE ha⁻¹ under kommunens gennemsnit på 0,73 DE ha⁻¹. Den beregnede baggrundsdeposition er dermed 0,8 kg ha⁻¹ år⁻¹ lavere end kommunens gennemsnit (4,6 * 0,17 kg N ha⁻¹ år⁻¹) eller 20,6 kg N ha⁻¹ år⁻¹.

For at illustrere variationen i baggrundsdepositioner over et større område er der foretaget en beregning af baggrundsdepositioner for hele Ringkøbing Amt. Depositionerne for kommunerne i amtet er optillet i tabel 1. Et kort der illustrerer denne beregning, er gengivet i bilag 5. De enkelte husdyrbrugs placering er vist med prikker. Der er endvidere i bilag 6 gengivet et kortudsnit der viser den beregnede baggrundsdeposition i nærområdet omkring Idom Hede. På dette kort er antallet af husdyr på de enkelte bedrifter angivet som antal DE. Kortet illustrerer beregningsprincippet hvor indflydelsen af de enkelte større kilder er tydelig inden for en radius på 2500 m.

Der er yderligere foretaget en vurdering af den mulige betydning af større lokale kilder. Der er ingen større lokale kilder i det umiddelbare nærområde omkring heden. De mest betydende lokale kilder forventes således at være to husdyrbrug med et samlet dyrehold på 574 DE beliggende ca. 1,1 km SV for kanten af heden. Der kan gives et overslag over den mulige betydning heraf ved at anvende en emission på 29 kg N DE⁻¹ svarende til det anvendte tal ved beregning af den

korrigerede baggrundsbelastning. Emissionen bliver dermed ca. 16.600 kg N år⁻¹ hvilket på godt 1 km afstand vil svare til en afsætning mellem 1,5 og 3,7 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Hvis bidraget fra disse to ejendomme medregnes som et lokalt bidrag, skal det beregnede baggrunds niveau reduceres tilsvarende. 547 DE svarer til 0,3 DE ha⁻¹ hvis der regnes med et område med en radius på 2,5 km (1964 ha). Baggrunds niveauet falder følgelig med 1,3 kg N ha⁻¹ år⁻¹ ved at udtage disse ejendomme af vurderingen. Det ekstra lokale bidrag vil således maksimalt være ca. 2 kg N ha⁻¹ år⁻¹ og kun ved randen af heden.

Ud over bidraget fra lokale punktkilder må der forventes at være en påvirkning af randen af heden fra gødningsudbringning på tilstødende marker. Dette vil ikke gælde den sydøstlige rand der grænser op mod skov. Til de øvrige sider er der forholdsvis store dyrkede oplande. Husdyrtæthederne i nærområdet er ikke specielt høje og der er forholdsvis god afstand til stalde og gødningsopbevaringsanlæg og dermed ikke grund til at antage specielt høje udbringninger på arealerne op mod heden. Effekten af gødningsudbringningen på disse arealer er dermed for heden som helhed formentlig dækket af det beregnede baggrunds niveau. Der kan dog forventes en lokal effekt på kantarealerne.

Tabel 1 Kommunebaserede depositioner af NHx og NOy

Kommune	NHx	Noy	Total N
Aulum-Haderup	13	10	23
Brande	13	9	22
Egvad	12	10	22
Herning	13	10	23
Holmsland	7	10	17
Holstebro	12	9	21
Ikast	12	10	21
Lemvig	10	9	19
Ringkøbing	11	9	20
Skjern	12	10	22
Struer	11	9	20
Thyborøn-Harboøre	8	10	18
Thyholm	11	10	21
Trehøje	12	10	22
Ulfborg-Vemb	10	9	19
Videbæk	12	10	22
Vinderup	13	10	23
Åskov	13	10	22

6.2 Inddeling af delområder

Heden er blevet inddelt i en række delområder, se bilag 3, med forskellig pleje.

Delområderne er afgrænset på baggrund af de forskellige plejeindgreb på Idom Hede siden midten af 1980'erne. De væsentligste indgreb har været rydning og fjernelse af fyr. Delområde F og G har været græsset i perioden 1987-1994. Umiddelbart syd for disse delområder er heden domineret af Bølget bunke. Dette område var tidligere kraftigt domineret af fyr. I felt E findes relativt store områder med døende og død lyng grundet kraftige angreb især i 2001 af lyngens bladbille.

Udnøglingen af delområder som oprindeligt beskrevet i forslaget til den tekniske anvisning viste sig ikke at kunne bruges i praksis. Flere delområder kunne placeres i flere klasser og formålet med klasseopdelingen var ikke klar. Inddelingen i delområder er derfor ikke anvendt i dette projekt.

6.3 Vegetationsanalyse

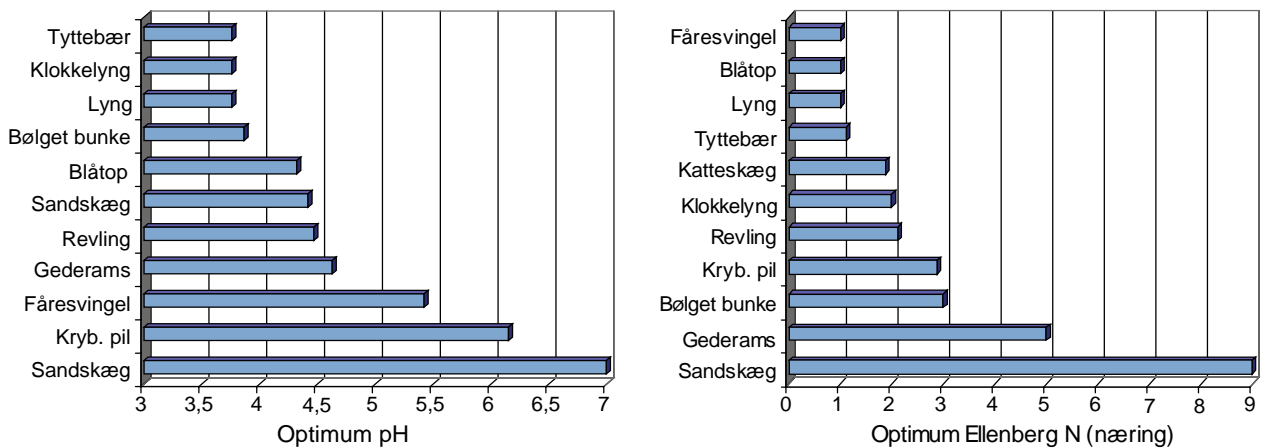
Resultatet af vegetationsanalyserne langs 10 m-linjestykkerne fremgår af tabel 2. Bortset fra transekt 3 som er domineret af græs, er der dominans af lyng og revling langs de øvrige transekter. På undersøgelsestidspunktet fandtes kun enkelte områder med døde partier af lyng. I bilag 2 findes et forslag til kriterier for gunstig bevaringsstatus som de så ud på undersøgelsestidspunktet. Dette forslag til kriterier vil efter justering danne baggrund for overvågningen i det kommende NOVANA-program. Dækningsgraden af dværgbuske må siges at være opfyldt for lokaliteten, men generelt er kriteriet for forekomst af øvrige dværgbuske ikke opfyldt. Kriteriet for forekomst af øvrige arter som Hede-melbærris, Tyttebær, Revling, Blåbær, Engelsk visse, Tuekogleaks, Hirsestar, Klokkelyng, bæger- og rensdyrlaver samt mosser er ikke opfyldt for nogen af de undersøgte linjestykker. Mindst fire af disse arter bør forekomme med en samlet dækningsgrad på mindst 10 %. I ingen af de undersøgte linjestykker var der yngre lyng til stede, så kriteriet for aldersfordeling er ikke opfyldt.

I tabel 2 er plantearterne, der er registreret i undersøgelsen, tildelt Ellenberg-værdier. Ellenbergs indikatorværdi (Ellenberg, 1992) er oprindeligt udarbejdet for en lang række arter i den centrale del af Europa. Disse værdier karakteriserer arter i forhold til forskellige egenskaber ved dets naturlige voksested – som kvælstoftilgængelighed N, surhed R, fugtighed F, lys L og temperatur T. Der anvendes scoringer mellem 1 og 9. Lav score for de forskellige faktorer betyder at arten gror på næringsfattig jord, ved lavt pH, lille fugtighed, lav temperatur og i skygge – høj score det modsatte. Ellenberg-indikatorværdier bliver i nogen grad anvendt som om det er målte parametre. Ellenberg advarer mod en for kraftig tolkning og anvendelse af disse værdier da det ikke er målinger men skøn (Ellenberg, 1992 p. 12). Derimod kan indikatorværdierne bruges som en vejledning til hvilke målinger der bør foretages.

Tabel 2 Vegetationsanalyse samt tilskrivning af Ellenberg-indikatorværdier. Ellenberg-N (kvælstof), L (lys), T (temperatur), F (fugtighed) og R (pH): Ellenberg et.al, 1992.

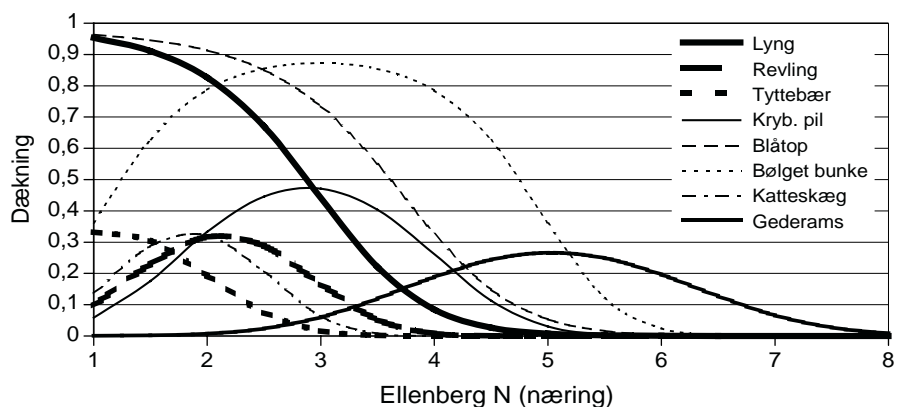
	Ellenberg-					Transekt % dækning langs transekterne					
	N	L	T	F	R	1	2	3	4	5	6
Dværgbuske											
Lyng	1	8	x	x	1	44	88	16	38	57	30
Revling	2	7	x	6	x	57			47	23	50
Klokkelyng	2	8	5	8	1						
Hede-melbærris	2	6	x	3	x						
Tyttebær	1	5	x	4	2						24
Krybende pil	x-variabel	8	5	7	x				3		
Græsser											
Bølget bunke	3	6	x	x	2		14	84	2	1	
Katteskæg	2	9	x	x	2				3		
Mosser											
Hypnum cupressiforme						10,5	2		9	8	12
Pleurozium schreberi							27,8	10	6		
Dicranum spurium							2,5				
Dicranum polysetum							11,7			1	
Campylopus introflexus							6				
Laver											
Cladonia mitis	1	9	x	x	x		2,9				3
Cladonia arbuscula	1	8	x	x	x		1			1	
dødt ved							0,8				
bar jord								2	8	10	

Figur 3 beskriver optimum Ellenberg-N og -pH for de observerede arter medens figur 4 viser arternes mulige dækning som funktion af Ellenberg N og Ellenberg R (surhed). Plantesamfundet er som ventet domineret af arter med præference for sur og tildels næringsfattig jordbund. Der er nogen spredning i de observerede arters kvælstofpræferencer. Dette kan, sammenholdt med det nævnte fravær af nogen af de typiske hedearter, være en indikation på at der er sket en længerevarende eutrofiering af området. Det spiller imidlertid også ind at området ikke har været i regelmæssig pleje. Der er ikke i de analyserede transekter fundet specielt eutrofieringsfølsomme arter. Vurderet på baggrund af disse observationer vil den mulige negative effekt af en forøget eutrofiering primært være at lyngen kan udkonkurreres af Bølget bunke. Baseret på MOVE dataene kan Revling næppe blive dominant, men det kan som bekendt udmærket forekomme under danske forhold. Der er et kraftigt indslag af Revling i fire ud af seks transekter - formentligt primært fordi lyngen ikke er fornyet ved pleje.



Figur 3. Optimum pH og Ellenberg N baseret på MOVE for de observerede karplanter.

Figur 4. Arternes mulige dækning som funktion af Ellenberg N og Ellenberg R (surhed) baseret på MOVE.



6.4 Næringsstoffer

Figur 1 viser N% i årsskud hos lyng udtaget i 18 forskellige linjestykker spredt ækvivalent på lokaliteten. Der er foretaget statistiske test for at undersøge om der skulle ligge information i data som ikke umiddelbart kan erkendes. Der er testet om værdierne i årsskuddene på linjestykker nær vestranden skulle afvige fra øvrige linjestykker, om der er forskel mellem transekter øst-vest/nord-syd etc. N% i årsskud er ikke helt ens inden for transekterne og heller ikke mellem transekterne. I forhold til det foreløbige kriterium, fastsat i forslag til kriterier for gunstig bevaringsstatus for N% i årsskud (1,4 %), ligger samtlige analyseværdier lavere bortset fra en enkelt prøve langs et enkelt nord-syd gående transekt. Dette transekt adskiller sig en smule fra de øvrige linjer ved et generelt højere indhold af N i årsskuddene. C% er helt ens overalt.

Da ingen af analyserne overskrider det valgte kriterium, er der ikke foretaget en yderligere undersøgelse af baggrunden for denne forskel. Forskellene kan være betinget af forskelle mellem områderne i jordbund, forskellige grader af tidligere tilgroning med fyr, topografi etc. Konklusionen må være at analyser af årsskud er rimelig robust med en relativ lille spredning mellem analyseværdierne og at der tilsyneladende ikke er den store variation mellem prøver udtaget forskellige steder på heden. Det kan dog ikke afvises, at det sene tidspunkt for prøvetagning kan medvirke til en mindre spredning end i prøver udtaget i slutningen af vækstsæsonen.

6.5 C/N forholdet

Mængden af organisk stof og forholdet mellem kulstof og kvælstof (C/N) i jorden er af afgørende betydning for jordens evne til at tilbageholde kvælstof. Der er derfor en meget klar sammenhæng mellem mængden af plantetilgængelige næringsstoffer – kvælstof – og jordbundens C/N forhold. Under diskussionsafsnittet er der en redegørelse for betydningen af ændringer af C/N på heder.

C/N-gennemsnit for de 18 prøver er 20,7 hvilket må siges at være overraskende lavt. Tidligere undersøgelser af danske hedejorde (Nielsen et al. 1999, Kristensen et al. 1998) og upublicerede resultater viser generelt at C/N forholdet på andre heder er større end 30. De fleste resultater er imidlertid mindst 20 år gamle, så det generelle billede kan have flyttet sig siden.

Den del af Idom Hede der skråner ned mod de nordvestlige landbrugsarealer fremstår som en blanding af Gederams og lyng/revling/græs. Tilstedeværelse af så store mængder nitrofile arter som Gederams tyder på at hedejordbundens evne til at akkumulere og immobilisere det atmosfæriske kvælstof er forandret i forhold til den normale situation. Med et C/N forhold på ca. 20 vil heden formentlig have begrænset kapacitet til yderligere at øge omsætningen af kvælstof – dvs. en mere begrænset evne til at tilbageholde kvælstof i såvel vegetationen som i jordbunden. Alle økosystemer har formentlig en øvre hastighed for omsætning af kvælstof afhængig af klima, træarter og tilstedeværelse af vand og andre næringsstoffer. Når dette loft er nået vil systemet blive kvælstofmættet – d.v.s. indput af uorganisk atmosfærisk kvælstof er det samme som udløb. Længe inden dette mætningsstadium er nået vil specielt nitrat alligevel kunne dannes, specielt i de områder hvor Gederams forekommer sammen med græs. I forbindelse med skovrydninger er det velkendt at Gederams vil forekomme som resultat af omsætning af næringsstofferne i mor- og nålelaget.

6.6 Fosfor

Der er foretaget 10 analyser af total fosforindhold for morlag og årsskud for at vurdere om den store forekomst af Gederams langs vestranden af hedearealet eventuelt kunne skyldes jordfygning fra de tilstødende landbrugsarealer. Niveaulet af totalt fosfor ligger generelt mellem 500 – 750 mg/kg jord og afviger dermed ikke fra indholdet af morlaget fra blandt andet Stanghede og Hjerl Hede.

Table 3. Indhold af kvælstof og totalt fosfor i %. Da der kun er foretaget et meget begrænset antal analyser af fosfor er prøvenumrene udvalgt så de spreder sig over hele lokaliteten. "Nær Gederams" er analyser af årsskud hos lyng i området med Gederams.

	N%	P%	N/P
Morlag			
N11-mor	1,65	0,08	21
N21J-m	1,41	0,06	23
N41J-m	1,71	0,08	21
N61J-m	1,56	0,04	35
Nær Gederams	1,30	0,05	27
	N%	P%	N/P
Årskud			
N111	1,51	0,07	22
N212	1,10	0,07	16
N413	1,00	0,07	14
N614	1,03	0,06	17
Nær Gederams	1,07	0,07	14

[Tom side]

7 Tålegrænsen for Idom Hede

Med det foreliggende datagrundlag er der foretaget en vurdering / beregning af tålegrænsen for Idom Hede ved anvendelse af to af de tidligere skitserede metoder, dels baseret på empiriske tålegrænser for naturtypen, dels beregnet med den simple massebalancemodel for kvælstof.

7.1 Vurdering på baggrund af den empirisk baserede tålegrænse

Tålegrænsen for tørre indlandsheder ligger i intervallet 10-15 kg N ha⁻¹ år⁻¹ (Bak, 2001). Dette interval er ikke så bredt som tilfældet er for nogle af de andre naturtyper. Med den tidligere beskrevne vurdering af det nuværende belastningsniveau er der således ikke tvivl om at tålegrænsen er overskredet. Det kan imidlertid under alle omstændigheder være nyttigt at fastlægge tålegrænsen mere præcist og dermed indsnævre intervallet.

For indlandshederne er den empirisk baserede tålegrænse primært baseret på modelberegninger. Grænsen beskriver det depositionsniveau hvor lyng kan bevare dominans over Bølget bunke baseret på beregninger med CALLUNA modellen, der er en hollandsk konkurrencemodell for heder (Heil and Bobbink, 1993). Typen grænser op til dels hedemoser dels lichenrige heder og dels artsrige heder / hedeoverdrev, der alle har lavere tålegrænser – eller i det mindste en lavere ende af intervallet. Disse grænser er alle sat på baggrund af observerede ændringer i artssammensætning eller tab af følsomme arter. På Idom Hede findes der mindre delområder der grænser op mod disse typer. Disse områder er en del af biodiversiteten i Idom Hede og vil i sig selv kunne bidrage til en reduktion af biodiversiteten ved en forstat overskridelse af tålegrænsen.

For Idom Hede, der er habitatområde, skal tålegrænsen beskytte både struktur, funktion, karakteristiske arter og forekomster af habitatarter. De karakteristiske arter for "tør hede" er hedelyng, revling, tyttebær, blåbær, engelsk visse, tysk visse og håret visse. Hvis systematikken fra 'Manual til vurdering af ammoniak-effekter' (Bak, 2001) anvendes, kan tålegrænsen differentieres inden for det angivne interval ved at betragte

- i) hvad der er at bevare, dvs. bevaringsstatus,
- ii) hvad der ønskes bevaret, dvs. målsætningen, og
- iii) hvad der er muligt at bevare, dvs. hensyntagen til uafvendelige trusler.

Der er en række kriterier for gunstig bevaringsstatus som ikke er opfyldt. Idom hede er imidlertid relativ stor og i nogen udstrækning også divers. I lyset af at der er iværksat en målrettet plejeindsats på heden må bevaringsstatus vurderes at ligge et sted mellem middel og

gunstig. Målsætningen for området er høj, og relativt set er truselsniveauet middel til lavt. Området opfylder desuden en række af de opstillede kriterier for anvendelse af den nedre ende af tålegrænseintervallet. Området har en lang kontinuitet og en relativt begrænset udbredelse af uønskede arter (eksempelvis gederams, træer, græsser), området er både fredet og habitatområde og der er iværksat naturgenopretning og / eller sikret relevant pleje af væsentlige dele af området. Vurderet på denne måde ligger tålegrænsen i den nedre ende af intervallet 10-15 kg, dvs. en tålegrænse på 10-12 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Det kan ikke udelukkes, at en nærmere undersøgelse vil afsløre delområder med en lavere tålegrænse.

7.2 Anvendelse af den simple massebalance-ligning for kvælstof

Den simple massebalanceligning for kvælstof er en forholdsvis simpel måde at anskue problemstillingen ved en forøget kvælstoftilførsel. Ideen er at ved ligevægt må tilførsler af kvælstof der ikke løbende fjernes ved drift/pleje eller denitrificeres enten kunne bindes i jordbunden (immobiliseres) eller blive udvasket. Udvasning af kvælstof har en række negative effekter som pH-fald og udvasning af kationer og vil derfor have en øvre, acceptabel værdi hvortil der kan knyttes et kriterium. Massebalanceligningen kan generelt opstilles:

$$N_{dep} + N_{fi} = N_u + N_i + N_{de} + N_{le,crit}$$

hvor N_{dep} er den (kritiske) deposition medens f_i , u , i , de og le_{crit} angiver henholdsvis fiksering, nettooptag, permanent immobilisering, denitrificering og et bestemt niveau for den kritiske udvasning. Ud over disse poster medtages i nogle tilfælde fraførsler ved brand og erosion.

For heder er de fleste elementer af balancen forholdsvis simple. Udvasningen er meget lav, dvs. i størrelsesorden 0,5 – 2 kg N ha⁻¹ år⁻¹, medmindre væsentlige processer er kraftigt påvirkede. Fiksering og denitrificering er ubetydelig. Brand dækker naturlige brande og ikke afbrænding ved pleje, og kan dermed også negligeres. Tilbage er den årlige fraførsel som følge af drift / pleje - her kaldet nettooptaget og immobiliseringen.

Immobiliseringen er en kompliceret størrelse. Områder der oprindeligt har været meget kvælstoffattige og har en stor kulstofpulje, kan akkumulere store mængder kvælstof. Man kan på blandt andet hede- og skovjorder opleve at jorden ikke udvasker kvælstof - selv ved meget store tilførsler. Det betyder at systemet er tæt og at den atmosfæriske deposition immobiliseres i jordbunden. Det er dog ikke således at planterne derved ikke vil kunne optage kvælstoffet da optagelsen af N i disse sure økosystemer for det meste foregår som organisk optagelse via symbiotiske svampe. Omvendt kan der ved vedvarende belastning over tålegrænsen ske en mætning af systemet så nettotilførslen af kvælstof udvaskes. Sammenhængen er kompleks, men en ofte brugt tilnærmelse er at immobiliseringen primært styres af C:N i morlaget efter nedenstående ligning:

$$N_{i,t} = \begin{cases} N_{in,t} & \text{for } CN_t \geq CN_{crit} \\ N_{i,acc} + \frac{CN_t - CN_{min}}{CN_{crit} - CN_{min}} (N_{in,t} - N_{i,acc}) & \text{for } CN_{min} < CN_t < CN_{crit} \\ N_{i,acc} & \text{for } CN_t \leq CN_{min} \end{cases}$$

hvor $C:N_t$ er det aktuelle C:N, $C:N_{crit}$ for typen forventes at være 30 medens $C:N_{min}$ er 15.

I tilfældet hvor immobiliseringen af N er lig med N depositionen ($N_i = N_{dep}$, svarende til at hele N-depositionen bindes i jordbunden), skal det målte C/N forhold være større end det fastsatte kriterium på 30. Hvor $N_i = N_{i,acc}$ vil hele den indkomne kvælstofmængde udvaskes. Den midterste ligning implicerer at det beskrevne skift fra total immobilisering til total udvaskning af kvælstofoverskuddet sker lineært idet immobilisering af N løbende mindsker C:N. Denne tilnærmelse giver en rimelig beskrivelse af virkeligheden. Den permanent bæredygtige immobilisering er af størrelsesorden $2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ og knyttet til en opbygning af kulstofpuljen så der ikke sker en løbende reduktion af C:N. Med det nuværende C:N-niveau på Idom Hede, der er i størrelsesorden 20, kan ca. 1/3 af nettooverskuddet immobiliseres. Hvis udvaskningen maksimalt fastsættes til $2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ svarer det til et nettooverskud på 3 kg hvilket er under 2 kg udvaskning + 2 kg immobilisering. Det må altså vurderes at udvaskning + immobilisering ved tålegrænsen maksimalt er $4 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$. Tålegrænsen er følgelig 4 kg + nettooptaget ved pleje.

Nettooptaget ved pleje kan vurderes på baggrund af et skønnet kvælstofindhold i det materiale som fjernes ved pleje. Den fjernede mængde divideres med intervallet for at få en årlig værdi. Kvælstofindholdet i hedevegetationen vil, hvor vegetationen domineres af lyng, variere mellem ca. 50 kg N ha^{-1} og 200 kg N ha^{-1} afhængigt af lyngens alder og stedets produktivitet. Det øverste litterlag kan yderligere indeholde $20\text{-}100 \text{ kg N ha}^{-1}$ medens jordbunden til en meters dybde kan indeholde flere tusinde kg N ha^{-1} . Det vurderes at biomassen på Idom ikke ligger i toppen af dette interval og de fjernede mængder N ved slåning således vil ligge under $100 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$. Med et 20 årigt plejeinterval vil nettooptaget således maksimalt udgøre $5 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ og tålegrænsen vil således ligge på $9 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$.

Den lave tålegrænse er tildels betinget af at der allerede har fundet en væsentlig akkumulering af kvælstof sted. Tålegrænsen kan hæves hvis større dele af heden tørveskrælles i løbet af en årrække eller hvis intensiteten af plejen forøges i en periode. Der skal dog i givet fald udvises forsigtighed så den intensiverede pleje ikke skader områder med arter der er følsomme for store forstyrrelser.

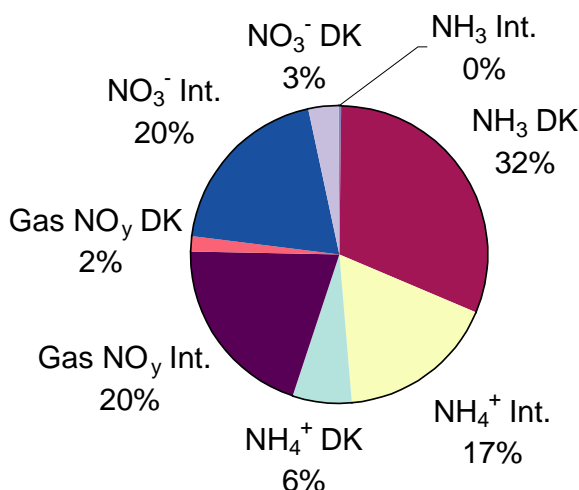
Uden pleje vil lokalitetens tålegrænse være mindre end 5 kg .

[Tom side]

8 Diskussion

8.1 Hvor stammer kvælstoffet fra?

Figur 5 viser kildeopsplitning af depositionen af kvælstof til Ringkøbing Amt for 2001. Beregningerne er foretaget med ACDEP modellen på basis af meteorologiske data for 2001 og emissionsopgørelser for år 1999 (www.DMU.dk. For flere detaljer se Ellermann et al. 2002). Depositionen er opdelt i dansk (DK) og internationalt (Int.) bidrag og i de forskellige grupper af kvælstofkomponenter. Ammoniakkomponenter emitteres næsten udelukkende fra landbrug, mens resten stammer fra forbrændingsprocesser. Gas NO_y repræsenterer gasformige reducerede kvælstofforbindelser hvoraf den vigtigste komponent er NO_2 . Bemærk at NH_4^+ og NO_3^- angiver sum af våddeposition og tørdeposition af henholdsvis partikulært ammonium og nitrat.



Figur 5. Kildeopsplitning af deposition af kvælstof til Ringkøbing Amt for 2001.

8.2 Hvor havner kvælstoffet fra nedbøren?

I vækstsæsonen vil en del af det atmosfæriske kvælstof, som forekommer i regnvandet, ikke nå ned til morlaget under vegetationen. Forskellen mellem den totale mængde nedbør og det som regner gennem vegetationen kaldes interceptionstabet. Næringsstofferne i interceptionsvandet bliver herefter optaget direkte af vegetationen hvadenten det er lyngblade eller de underliggende mosser eller laver. I tørre perioder bliver der afsat kvælstof som tørdeposition. Dette tørdeposition af kvælstof (tørdepositionen) består af en blanding af forskellige kvælstofforbindelser – såvel uorganiske som organiske. Den dominerende form består af ammonium og nitrat (Hansen og Nielsen, 1998), men op til 50 % (Nielsen et al. 1999) kan i perioder bestå af relativt simple organiske kvælstofforbindelser. Kvælstoffet i disse organiske forbindelser vil imidlertid også stamme fra hovedsagelig ammonium. Det karakteristiske for alle disse forbindelser er at de i modsætning til det kvælstof, der er bundet i jordbundens organiske indhold, vil om-

sættes i nogle relativt hurtigt omsættelige puljer og derved relativt hurtigt optages af jordbundens mikroorganismer og planter. Eksempler på puljestørrelser og omsætningshastigheder fremgår af tabel 4. Mindre end 40 % af det totale kvælstof vil befinde sig i morlaget – langt det meste er transporteret ned til al-laget hvor også den største andel af jordbundens kulstofpulje befinder sig.

Den del af nedbøren, der når jordoverfladen, kaldes gennemdryppet. Kvælstofforbindelserne i gennemdryppet bliver herefter indlejret (immobiliseret) i den øverste del af morlaget. Kvælstofforbindelser fra nedbøren vil relativt hurtigt blive indfanget af mikrobiologiske processer i de øverste jordlag eller blive optaget i vegetationen, enten direkte eller via ionbytningsrelationer, og dermed blive optaget i hedeplanterne via jordbunden. Under normale omstændigheder vil næsten alt uorganisk kvælstof (nitrat og ammonium), der lander på en hedejord, momentant blive fanget ind i kulstofkredsløbet og blive en del af jordbundens organiske kvælstofpulje.

Kvælstofkredsløbet kan derfor beskrives som udvekslinger mellem puljer med forskellige størrelser og omsætningshastigheder. Tabel 4 giver en oversigt over de typiske størrelsesordener.

En ændring i kvælstofkredsløbet vil først blive afspejlet i de hurtigt omsættelige kvælstofpuljer. Eksempelvis vil kun en meget lille del af det uorganiske kvælstof (og andre næringsstoffer) i et økosystem være i jordvandet. Den store næringsstofmængde vil altid være til stede i den levende og døde biomasse. Næringsstofferne vil være mere eller mindre reversibelt bundet til jordbundens organiske materiale og de uorganiske udbytningskomplekser som kan være ler eller forskellige oxider. I økosystemer på næringsstoffattige sandjorder med veludviklede morlag vil næringsstofferne hovedsageligt være bundet til kulstofkredsløbet. Den tilgængelige næringsstofpulje, som umiddelbart udnyttes af planterne, vil på heder vedligeholdes med input af næringsstoffer fra atmosfæren kaldet deposition, frigørelse fra det organiske materiale (mineralisering) og i mindre grad via forvitring af mineraler i jordbunden.

Tabel 4. Typiske størrelser og omsætningshastigheder for kvælstofpuljer i (semi)naturlige økosystemer. Variationen i puljestørrelser forventes at være omkring en størrelsesorden

Pulje	Størrelse (kg N ha ⁻¹)	Omsætningshastighed
N i biomasse og frisk litter	50	år til årtier
Uorganisk N i jordvand	0,5	dage
Frie aminosyrer	2	dage til uger
Mikrobiel N	50	uger til måneder
Hurtigere omsætteligt humus	5000	måneder til år
Langsomt omsætteligt humus		århundreder

8.3 C/N ratio og forsurening

Forholdet mellem kulstof og kvælstof afspejler det sammensatte resultat af en lang række eksterne og interne processer i økosystemet. Analyser af C/N-forholdet på Idom Hede viste et gennemsnit på lidt over 20. En undersøgelse fra Vejle Amt på Harrild Hede, som i dag

fremstår som en græsdomineret (Blåtop-) hede, viste et C/N forhold på mellem 14 og 21. Det foreslåede kriterium for gunstig bevaringsstatus er 30 og dermed er kriteriet langt fra opfyldt. Kriteriet på C/N > 30 er valgt ud fra såvel udenlandske som danske undersøgelser af hedejord. Tidligere undersøgelser af danske hedejorde (Nielsen et al., 1999, Kristensen, 1998) viser generelt at C/N forholdet er større end 30 i den nedre del af morlaget.

En høj kvælstofdeposition kan medføre at C/N forholdet reduceres. Det skal dog bemærkes at et N-input enten som gødning eller som deposition ikke foranlediger en entydig effekt på C/N da kvælstof påvirker kulstofkredsløbet forskelligt fra sted til sted. C/N-forholdet i jordbundens organiske materiale er en meget vigtig parameter til beskrivelse af evnen til at binde kvælstof. Der er således en klar sammenhæng mellem C/N og nettomineraliseringsraten for kvælstof (specielt i jordbundens øverste organiske horisonter) og dermed også udvaskningen. De forskellige kvælstofforbindelser bliver indlejret i humusforbindelserne. Det sker på forskellige måder lige fra relativt simple proteinlignende forbindelser, som relativt hurtigt vil kunne optages af mikroorganismer igen, til komplekse garvesyre lignende forbindelser hvor kvælstoffet vil være stærkt bundet i lang tid.

De forandringer, der ses i vegetationen i retning af større græsdominans og indpas af nitrofile arter som Gederams på Idom Hede, er en af effekterne af at kvælstofkredsløbet bliver afkoblet sit tætte parløb med kulstofkredsløbet således at kvælstoffet vil kunne optræde på uorganisk form i jorden.

Ved et C/N-forhold på omkring 20 vil der kunne ske en mineralisering af lyngtørven som vil ændre konkurrencen mellem dværgbuskene og græsserne. Som omtalt i indledningen af denne rapport er den "normale" konkurrencefordel lyngplanterne har over for græs knyttet til det lukkede organiske kvælstofkredsløb hvor lyng via mykorrhizasvampe kan optage simple organiske kvælstofforbindelser. Ved et lavt C/N forhold øges kvælstofmineraliseringen, og græsserne vil derfor kunne fortrænge hedens dominerende planter. Denne forandring mod græsdominans er imidlertid ikke noget der sker automatisk, men vil kræve en svækkelse af den eksisterende vegetation ved bladbilleangreb, frost eller tørkeskader. Den store forekomst af Gederams i den vestlige del af Idom Hede er tegn på en unormal stor mineralisering. Fosforindholdet i jordbunden i dette område er ikke anderledes end på resten af hedearealet, og det er derfor ikke sandsynligt at jordfygning fra de tilstødende landbrugsarealer spiller nogen stor rolle for den massive forekomst af Gederams. Det vurderes at kvælstofdepositionen fra de nærliggende landbrugsarealer må være den væsentligste forklaring på forekomsten af Gederams.

Ud over gødningseffekt vil tilførslen af kvælstof medføre en forsuring. I denne undersøgelse er der ikke målt pH, men det typiske pH_{H_2O} for den nederste del af morlaget på bakkeøer vil ligge omkring 3,6. Når planter og mikroorganismer optager en ammoniumion vil der typisk udskilles en proton som således vil forsure jordbunden. Den forsuring der sker ved den mikrobielle nitrifikation, er knap så virksom i hedejord hvor pH som regel er noget under 4. I forbindelse

med øget forekomst af græs vil der kunne ske en øgning af mineraliseringsprocesserne. Den mikrobielle oxidation af ammonium til nitrat (nitrifikation) er en meget vigtig proces. Først og fremmest fordi dannelsen af nitrat ændrer kvælstoffets mobilitet. De fleste græsarter har en præference for optagelse af nitrat. Jordbunden har en relativ stor evne til at tilbageholde kationer og ammonium hvorimod anioner som nitrat vil være langt mere mobile og dermed langt lettere kunne tabes fra de øverste jordbundshorisonter.

8.4 N:P forholdet

Den relative tilgængelighed af fosfor og kvælstof, og dermed en af de væsentligste faktorer bag ved begrebet næringsstofbegrænsning, er blevet vurderet af Koerselman og Meuleman (1996) ud fra forholdet mellem kvælstof og fosfor (N:P forholdet, se tabel 3). Under forhold hvor der er relativt lav forsyning med fosfor og høj kvælstofforsyning, vil planterne absorbere forholdsmæssigt mere N end normalt. På grund af luksusoptaget af kvælstof vil N:P forholdet i vegetationen øges. Under andre forhold hvor der er relativ høj P forsyning og lav N tilgængelighed, vil det forventes at N:P forholdet vil falde. Forfatterne har på baggrund af en gennemgang af over 40 gødningseksperimenter i Europa fundet at planterne har et kritisk forhold mellem N:P som indikerer hvorvidt planternes vækst er begrænset af enten fosfor eller kvælstof. Et forhold større end 16 indikerer at vegetationens vækst er begrænset af fosfor og et forhold mindre end 14 at væksten er begrænset af kvælstof. Mellem 14 og 16 er hverken N eller P begrænsende for plantevæksten.

På Idom Hede er N:P forholdet generelt større end 16 og indikerer derfor en fosforbegrænsning. Et relativt overskud af kvælstof kan derfor bevirke et underskud af andre næringsstoffer - blandt andet fosfor. Diskussionen om de begrænsende faktorer er blandt andet interessant i vurderingen af hvilke heder der vil være mest følsomme over for ændret næringsstofbelastning.

Følsomheden af de forskellige hedetyper for luftbåren eutrofiering varierer afhængigt af en række biotiske og abiotiske faktorer. Såvel den hidtidige som den nuværende drift og pleje, jordbundstypen og nedbørsforhold er de væsentligste elementer. Med følsomhed menes et områdes evne til at modstå forandringer i næringsstofbelastning. Det er derfor relevant at spørge hvilke heder det vil forventes at reagere hurtigst på øget kvælstofbelastning og hvorfor. Undersøgelser fra svenske bøgeskove i såvel høj- som lavdepositions områder viser at kvælstofelskende planter tager længere tid om at indfinde sig på mere næringsfattig jord (lavt pH og basemætning). På mindre sure jorde (mere næringsrige) er etableringen tilsyneladende sket hurtigere. Dette forhold er set i regioner med både høj som lav kvælstofbelastning. Forklaringen kunne være at de fleste arter der vokser på næringsfattig jord har et meget begrænset behov for kvælstof og andre næringsstoffer. Til gengæld er de meget tolerante over for brint- og aluminiumioner der kan være toksiske over for andre planter. De kvælstofelskende arter har formentlig ikke haft tilstrækkelig tid til at etablere sig eller har ikke været i stand til det på grund af andre faktorer så som andre begrænsende næringsstoffer eller toksiske niveauer.

er af aluminiumioner som optræder ved lavt pH. En nærliggende hypotese er derfor at de mest næringsstoffattige heder (jordbunden med den laveste basemætning) er mere robuste over for forandringer forårsaget af kvælstof og at heder der ligger på en relativt bedre jordbund vil være mest følsomme.

8.5 N i løv

Med forbehold for at det sene prøvetagningstidspunkt kan have betydning for det relativt lave niveau på under 1,2 % N og den forholdsvis lille spredning mellem de mange analyser, er der ikke tegn på at N-indholdet i årsskud hos lyngvegetationen er for højt på Idom Hede.

Løvkemiske kvælstofanalyser fortæller først og fremmest noget om næringsstatus og dermed også om den relative belastning på lokaliteten. Et øget indhold af kvælstof i vegetationen er ikke i sig selv nogen katastrofe hvis det ikke har effekter på den øvrige del af økosystemet. Ændringer på de øvrige dele af systemet bygger i vid udstrækning på de mange undersøgelser der er foretaget i nåleskov. Tilsvarende undersøgelser er i øjeblikket i gang på en række heder i England.

Forud for egentlige ændringer i artssammensætningen vil der ske en lang række biokemiske forandringer i planternes væv. Den øgede atmosfæriske tilførsel af kvælstof har formentlig resulteret i en øget optagelse af kvælstof (hos nåletræer sættes kvælstofoverskuddet i banken i form af dannelse af "frie aminosyrer" hovedsagelig arginin). Flere undersøgelser hos nåletræer har vist at en stigning i argininindholdet medfører øgede angreb af svampe og træets vækst mindskes. I et svensk gødningseksperiment (0-50 kg ha⁻¹) kunne der allerede efter et år konstateres et øget indhold af "frie" aminosyrer i Bølget bunke og hos mosser. Hos Blåbær var denne effekt mindre udtalt, men gennem de efterfølgende år kunne der ses et markant stigning af aminosyrer i rodsystemet. Aminosyreindholdet øges ofte mest i rhizomer eller rødder på grund af (vinter)-opbevaring af næring. Aminosyreindhold vil derfor være en velegnet indikator for en plantes kvælstofstatus.

Hos nåletræer er det vist at en øget tilførsel af kvælstof resulterer i en lavere produktion af sekundære metaboliter i planten. Disse metaboliter som phenoler, terpenener og forskellige harpiksforbindelser spiller en stor rolle i planternes forsvar mod insektangreb og parasitiske svampe. I laboratorieeksperimenter og andre kontrollerede forhold har kvælstofgødskning vist sig at have en positiv effekt for de fleste insekter. Et øget kvælstofindhold i nåle og blade hos lyng er den primære drivkraft bag de stadigt hyppigere og voldsommere angreb med bladbiller (Bobbink and Heil, 1993).

Sammensætningen af øvrige næringsstoffer i blade/nåle hos træer ændrer sig ligeledes med øget indhold af kvælstof – mest udtalt for mikronæringsstoffer som mangan, bor, zink og kobber. For makronæringsstofferne er det først og fremmest forholdet mellem kalium, fosfor m.v. i forhold til kvælstof der ændrer sig i nedadgående ret-

ning. Hos nåletræer er der også målt effekter på rodsystemer - såvel mængder som fordelingen. I gødningseksperimenter er konstateret en øget forekomst af finrødder i morlag og litterlag i forhold til kontrolparceller. Dette kan indikere en øget følsomhed overfor tørke. Endvidere kan der ske en relativ øget vækst i den overjordiske biomasse (blade og grene) og dermed også en øget risiko for tørke.

8.6 Floristiske ændringer

Kriteriet for dækningsgrad af dværgbuske er opfyldt for lokaliteten, men generelt fremtræder lokaliteten som relativt artsfattig. Større partier i den nordligste del af heden er domineret af Bølget bunke og knytter sig til områder der tidligere var kraftig tilgroet med fyr. Randzonen mod vest er bemærkelsesværdig ved sin ret store forekomst af Gederams mellem de aldrende lyngbuske og græs. Stedvist på heden var der massiv forekomst af den invasive mos *Campylopus introflexus* (Vestlig Bredribbe). Denne mos er oprindeligt udbredt på den sydlige hemisfære og er indvandret til England for 60 år siden. Den kendes først i Danmark fra slutningen af 60'erne. Dens "naturlige" voksested er de åbne flader hvor der normalt står lav og andre mosser. Specielt i det helt unikke område D, se bilag 4, som er en sydeksposteret stenørken med mindelser om en fjeldmark med stenlaver og en naturlig meget åben vegetation, vil der være en stor risiko for at denne mos på længere sigt vil kunne dominere.

Øget kvælstofdeposition vil fremme væksten af de fleste arter, men den afgørende faktor vil være de ændrede betingelser for konkurrence med andre arter om kvælstof, om plads og om vand. I Holland og områder i Sydengland er der allerede konstateret væsentlige ændringer i en række plantesamfund - først og fremmest på heder. Mange af hederne i specielt Holland har udviklet sig til græsdominerede heder på grund af græssernes større konkurrenceevne ved en højere kvælstofpåvirkning. For at græsserne kan overtage dominansen kræver det åbning af den sluttede hedevegetation hvilket sker gennem stadigt hyppigere billeangreb. Lignende vekselvirkninger mellem naturlige fjender og forandringer i vegetationen er konstateret i svenske undersøgelser af blåbær. Hos Blåbær er der set skader efter angreb med en parasitisk svamp der medfører tidligt løvfald der efterfølgende giver ekspansionsmuligheder for Bølget bunke.

9 Konklusion

Tålegrænsen vurderes at være i ca. 10 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Den forholdsvis lave tålegrænse er primært betinget af at der allerede er sket en væsentlig eutrofiering af heden. Tålegrænsen vil kunne være lavere hvis en nærmere undersøgelse viser et indhold af specielt følsomme lokaliteter. Omvendt vil en intensiveret pleje kunne medføre at tålegrænsen kan være lidt højere.

Depositionsniveauet vurderes at være af størrelsesordenen 21 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Der er en væsentlig usikkerhed på vurderinger af deponitioner, men det kan konkluderes at der er en overskridelse af tålegrænsen på heden. Dette understøttes af en række indikationer på kvælstofpåvirkning, væsentligst det lave C/N forhold i morlaget.

Det forventes at tilstanden på heden vil kunne forbedres med målrettet pleje.

En afprøvning af hvorledes tilstanden af vegetationen og jordbundsforholdene på Idom Hede er i forhold til et forslag til faglige kriterier for gunstig bevaringsstatus for denne naturtype, viser følgende:

- Dækningsgrad af lyng og revling er væsentlig større end kriteriet på 50 %.
- Kun i det tørveskrællede areal forekommer de yngre faser af lyng.
- Der er ingen spredte små områder med "bar" jord og hyppige åbninger i vegetationen der kunne være områder for lav og mos.
- Næringsstofindholdet bedømt ved C:N forholdet ligger omkring 20 og dermed væsentligt under det foreslåede kriterium på 30. Det vurderes at dette kriterium vil være den væsentligste enkeltfaktor der vil forhindre opfyldelse af de øvrige kriterier og dermed opnå gunstig bevaringsstatus for Idom Hede.
- Indholdet i kvælstof i årsskud er mindre end 1,2 % og opfylder dermed kriteriet. Der må dog tages forbehold for det sene tidspunkt for analysen.
- Tålegrænsen er med stor sandsynlighed væsentlig overskredet.
- Det foreslåede kriterium for vegetationens sammensætning er ikke opfyldt.
- Der er ikke nogen stor forekomst af træer og buske.
- For nuværende ser det ikke ud til at kriteriet for dækningsgrad af *Campylopus introflexus* er overskredet.
- Større områder af heden er i dag domineret af Bølget bunke men det vides ikke om denne dominans er vedvarende.

Samlet vurdering af bevaringsstatus for Idom er ugunstig, men det er vurderingen at en fortsættelse af de igangsatte plejeforanstaltninger vil ændre denne status i gunstig retning.

De sidste 50 års kvælstofpåvirkning og en samtidig beskedne plejeindsats har betydet en akkumulering af kvælstof. En længerevarende succesfuld hedepleje i dag må tage udgangspunkt i en reduktion af denne akkumulering. Uden en sådan reduktion i næringsstofpuljerne og jordbundsforsuringen vil den ønskede vegetationssammensætning ikke kunne opnås eller i bedste fald kun kunne opnås i en begrænset periode.

Der er behov for i en længere periode at fastholde en hyppig plejeindsats for på denne måde at "tømme" næringen ud af de øverste jordlag og dermed forhindre en for kraftig græsdominans. Ung hede vil have en større vækstrate end ældre modne heder og dermed også en større evne til at tilbageholde kvælstof i vegetationen. Resultatet af hyppige plejeindgreb ved slåning eller afbrænding af store flader vil fastholde heden i en ung udviklingsfase, men også resultere i en fuldstændig dominans af hedelyng. Hedearealerne vil dermed kunne få karakter af store lyngmarker uden den store variation.

10 Referencer

Bak, J, Tybirk, K, Gundersen, P Asman, WAH, Jensen, JP & Conley, D 1999. Natur- og miljøeffekter af ammoniak. (Effects of ammonia on nature and environment) Ammoniakfordampning - redegørelse nr. 3. DJF/DMU rapport, 66pp.

Bak, J 2001. Manual til vurdering af ammoniak-effekter på lokal skala i forbindelse med VVM-vurderinger og kapitel 5 godkendelser af intensive husdyrbrug. Miljø- og Energiministeriet, Skov- og Naturstyrelsen.

Bobbink, R and Heil, GW 1993. Atmospheric deposition of sulphur and nitrogen in heathland ecosystems. In: Aerts, R. and Heil, G.W. (Eds.) *Heathlands: Patterns and Processes in a Changing Environment*, Geobotany 20, Klüver Academic Publishers, The Netherlands: 25-50.

Bobbink, R, Hornung M and Roelofs JGM 1998. The effects of airborne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural European vegetation. *J. of Ecology*, 86, 717-738.

Ellenberg, H (1992) *Zeigerwerte der Gefäßpflanzen (ohne Rubus)*. *Scripta Geobotanica* 18, 9-166.

Ellermann et al., 2001 (Ellermann, T., Hertel, O., Hovmand, M.F., Kemp, K. & Ambelas Skjøth, C. 2001: *Atmosfærisk deposition 2000*. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU 374 (elektronisk): 88 s.
http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR374.pdf

Ellermann, T., Hertel, O., Kemp, K. & Monies, C. 2002: *Atmosfærisk deposition*. NOVA-2003. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU 418 (elektronisk): 82 s.
http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR418.pdf

Ertsen ACD, Alkemade JRM & Wassen MJ 1998 *Calibrating Ellenberg indicator values for moisture, acidity, nutrient availability and salinity in the Netherlands*. *Plant Ecology* 135: 113-124.

Hill MO & Carey PD 1997. Prediction of yield in the Rothamsted Park grass experiment by Ellenberg indicator values. *J. of Veg. Sci.* 8: 579-586.

Falkengren-Grerup, U 1989. Soil acidification and its impact on ground vegetation. *Ambio*, 18(3): 179-183.

Fremstad, E 1992. Virkninger av nitrogen på heivegetation. En litteraturstudie. NINA, Oppdragsmelding, 124: 1-44.

Hallbäck, L & Tamm, CO 1986. Changes in soil acidity from 1927 to 1982-1984 in a forest area of south-west Sweden. *Scand. J. For. Res.*, 1: 219-232.

Hansen, B & Nielsen, KE 1998. Comparison of acidic deposition to semi-natural ecosystems in Denmark - coastal heath, inland heath and oak wood. *Atmospheric Environment*, 32(6): 1075-1086.

Heil, GW & Bobbink, R 1993. 'Calluna', a simulation model for evaluation of impacts of atmospheric nitrogen deposition on dry heathlands. *Ecological Modelling*, 68: 161-182.

The Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR15. 1999. European Commission, DG Environment.

Koerselman, W & Meuleman, A 1996. "The vegetation N:P ratio: a new tool to detect the nature of nutrient limitation." *J. Appl. ecol.*, 33, 1441-50.

Kristensen, HL & Henriksen, K 1998. Soil nitrogen transformations along a successional gradient from Calluna heathland to Quercus forest at intermediate atmospheric nitrogen deposition. *Appl. Soil Ecol.*, 8: 95-109.

Latour, JB & Reiling, R 1992. Critical loads for nitrogen based on changes in species composition: perspectives for a risk assessment. Contribution to the CCE Mapping Workshop, 9-11 sept. 1992, Katowice, Poland. Publ. in The Netherlands: 1-11.

Nielsen, KE, Ladekarl, UL & Nørnberg, P 1999. Dynamic soil processes on heathland due to changes in vegetation to oak and Sitka spruce. *Forest Ecology and Management*, 114: 107-116.

Nielsen, KE, Hansen, B, Ladekarl, UL & Nørnberg, P 2000. Effects of N-deposition on ion trapping by B-horizons of Danish heathlands. *Plant and Soil*, 223: 265-276.

Nielsen, KE & Løkke, H (eds.). 2001 Critical load Copenhagen 1999. Water, Air and Soil Pollution. Focus. pp. 532.

Søchting, U 1994. Lav viser om luften er forurennet. *Kaskelot*, 102.

Vesterholt, J, Asman, WAH & Christensen, M 2000. Kvælstofnedfald og tilbagegang for svampe på mager bund. *Svampe*, 42: 53-60.

Aaby, B 1994. Monitoring Danish raised bogs. In: Gronig, A. (Ed.): *Mires and Man. Mire Conservation in a Densely Populated Country - the Swiss Experience*. Swiss Federal Inst. for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, Switzerland: 284-300

Bilag 1

4030 Tørre heder – forslag til overvågning

Formål

Formålet med den her beskrevne overvågning er at undersøge om Habitat-direktivets kriterier for gunstig bevaringsstatus er opfyldt for tørre heder (type 4030) samt §3 områder i forhold til kvalitetsmålsætninger fastsat af amterne. Dette indebærer overvågning af naturtypens areal, naturtypens struktur og funktion samt naturtypens karakteristiske arter som de er defineret i fortolkningsmanualen. Formålet er ligeledes at vurdere betydningen af de væsentligste antropogene påvirkninger af områdernes nuværende og fremtidige tilstand, idet overvågningen ud over at kunne registrere forandringer også skal kunne virke som varslingsystem for fremtidige uacceptable ændringer af bevaringsstatus. Grænserne for disse uønskede ændringer er formuleret i målsætningerne. Overvågningen skal i denne forbindelse kunne tjene som grundlag for udarbejdelse af eller justering af egnede plejeplaner for lokaliteten.

For en detaljeret beskrivelse af forudsætningerne for gunstig bevaringsstatus henvises til medsendte foreløbige udkast. Formålet med den tekniske anvisning er at sikre en ensartet og reproducerbar overvågning.

Opbygning

Den tekniske anvisning til overvågningen af tørre heder beskriver følgende elementer:

- 1) Basisinformation på lokaliteten.
- 2) Detaljeret arealkortlægning (orthofoto i 1:4000)
- 3) Vegetationsanalyse
- 4) Aldersstruktur af hedelyng
- 5) Næringsstoffer
- 6) Digitalisering

1) Basisinformation på lokaliteten

- Amtet fremskaffer følgende information: Orthofoto til overblik over den nuværende vegetationsdækning. De seneste 15 års driftshistorie med oplysninger om hidtidig plejeforanstaltninger med optegnelser af områder med evt. afbrænding, slåning, afgræsning – art og antal, fjernelse af vedplanter mm. Oplysningerne skal primært bruges som en støtte til opdeling af lokaliteten i delområder. Delområder identificerbare ud fra Orthofoto på tørre heder vil oftest være resultat af pleje.

2) Detaljeret arealkortlægning (orthofoto i 1:4000)

- Forekomstens grænser tegnes ind.
- Forekomsten inddeles i et eller flere delområder med ensartet vegetationsstruktur, arealanvendelse (pleje) og topografi (eksempelvis områder med indsander og lavninger). Grænserne for disse indtegnes ud fra Orthofoto. Opdelingen i delområder sker med henblik på at kunne opgøre areal af de enkelte delområder.

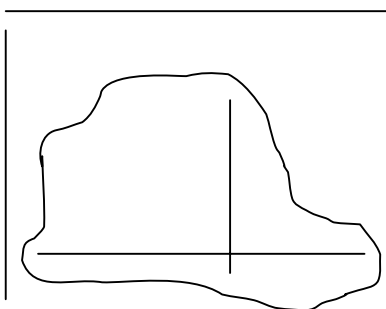
Delområderne nøgles som følger:

Nøgle 4030

1. Områder som er omfattet af type 4030 ...2
Områder som ikke er omfattet af type 4030 ...7
2. Områder uden synlige spor af pleje eller med høj vegetation (>10 cm) ..3
3. Områder med synlige spor af pleje uden høj plantevækst (< 10 cm) ...6
4. Områder domineret af dværgbuske ...4
5. Områder domineret af græsser ...5
6. - hovedsagelig hedelyng - KLASSE 4030-1.1 - hovedsagelig revling - KLASSE 4030-1.2
7. - domineret af blåtop - KLASSE 4030-2.1
- domineret af bølget bunke - KLASSE 4030-2.2
8. - Områder med afbrænding - KLASSE 4030-3.1
- Områder uden afbrænding men med slåning - KLASSE 4030-3.2
- Områder uden afbrænding og slåning, men med afgræsning - KLASSE 3.3
7. Samfund som er omfattet af Habitat-direktivet, men ikke af type 4030
Områder som ikke er omfattet af Habitat-direktivet **Nøgles ikke**

NB! Områder med tidligere kulturpåvirkning afsløres (lodsejerinterviews) i form af delområder som tidligere har været opdyrket eller forsøgt tilplantet med nåleskov.

- Der udlægges med målfaste endepunkter 5 transekter i nordsyd retning og 5 i østvest retning. Ud fra det omskrevne rektangel omkring lokaliteten findes største diameter øst-vest og nord-syd minus 2 gange 50 meter randzone. Ved at dele diameterne med 4 fås afstanden mellem transekterne på lokaliteten. Linjernes ende-kordinater indmåles ved hjælp af GPS og de markeres med pæle.



Øst-vest Transekter: Største diameter i det omskrevne rektangel er 1300 – (2x 50 meter randzone)=1200 m. Afstand mellem transekterne er $1200/4=300$ m.

Nord-syd Transekter: Største afstand er 800 meter; afstand mellem transekterne er derfor $500-2x50/4=100$ m.

- For følgende størrelser af tørre heder opmåles et fast antal af 10 meter linjer, som placeres ækvidistant på lokaliteten.
 - < 2 ha; 20 linjestykker
 - 2-10 ha; 40 linjestykker
 - >10 ha; 60 linjestykker.

3) Vegetationsanalyse

Forekomsten af de dominerende planter, bar jord etc. vurderes på 10 meter intervaller ved at hver art tilskrives den del af linjen som den dækker og sådan at summen af "artslængder" holder sig indenfor 10 meter \pm 0,5 m. Mosser og laver opmåles på tilsvarende måde, men som et selvstændigt vegetationslag. Ambitionen er bestemmelse til art for mosser og laver men bestemmelse til slægt accepteres.

- Bestandsopgørelser af følgende ikke-dominerede arter skal medtages: engelsk, tysk og håret visse. Disse ikke fladedækkende arters forekomst som ikke vil blive fanget af transektundersøgelsen foretages på følgende måde: Langs hele linjen tælles alle arter i en afstand fra linjen på 0,5 m. Optællingerne skal henføres til de delområder som er identificeret ud fra Orthofoto for lokaliteten. Optællingerne foretages efter følgende retningslinje:
 - < 100 individer: Alle individer tælles
 - > 100 individer: Antallet af individer estimeres ved at optælle en del af bestanden (>50 individer) og gange med forholdet mellem bestandens totale areal og det optalte areal.
- Vegetationsanalysen gennemføres på en fast dato i august måned.

4) Aldersstruktur af hedelyng

Aldersbestemmelse af lyngvegetationen på de opmålte 10 meter linjer langs transekterne bestemmes ved antallet af forgreninger (det vil blive specificeret med tegning eller lignende hvordan man daterer lyng på denne måde) således at følgende faser kan identificeres og registreres for hver linje.

- 1) Pioner stadie – alder fra 0 – 5 år,
- 2) opbygning, - 5 – 10 år,
- 3) moden – 10 –15 år og
- 4) gammel stadie > 15 år.

Hos ældre lyng kan det være vanskeligt at tælle forgreningerne og metoden kan derfor suppleres med tælling af årringe ved stammebasis med en håndlup (evt. kan snittet farves med en ligningfarve).

5) Næringsstoffer

Efter følgende lokalitetsstørrelser indsamles ækvidistant langs transekterne prøver af morlag til analyse. Morlagets nederste del som er et organisk lag uden genkendelige strukturer, hjemtages til analyse for kulstof og kvælstof.

< 2 ha; 40 prøver

2-10 ha; 80 prøver

>10 ha; 120 prøver

Samme princip for prøvetagning anvendes til indsamling af årsskud hos lyng. I prøvepunktet indsamles 4 årsskud fra forskellige områder af lyngbusken. Hele årsskuddet tørres og analyseres for indhold af kvælstof.

Bilag 2

Forslag til kriterier for gunstig bevaringsstatus for type 4030

Naturtype 4030	Egenskaber	Måleenhed	Kriterium	Kommentar
Naturtypens areal og udbredelsesområde	Areal	Ha	Stabilt areal	
Naturtypens struktur og funktion	Vegetationsstruktur (Dværgbuske på forskellige udviklingstrin i mosaik-struktur)	Dækningsgrad af lyng i dens forskellige stadier	Dækningsgraden af lyng skal være mellem 25 og 90 % Pioner og opbygningsstadiet skal udgøre mindst 10 % af det totale areal	Lyngen skal kunne "forny" sig selv (generel funktionsmålsætning) *1)Pioner stadie, 2) opbygning, 3) moden og 4) degenereret stadie Dynamikken med hedens ørige plantesamfund og fauna veksler med de forskellige stadier i lyngens livscyklus
	"Bar jord"/vegetationsgaps	Dækningsgrad af bar jord/gaps	Der må gerne være hyppige vegetationsbrud - mellem 5-20 % jævnt fordelt i vegetationen	Bar jord og vegetationsgaps er vigtig for etablering af laver/mosser, urter, halvgræsser samt for insekter og invertebrater
	Næringsstof	C/N forhold i morlag	C/N forholdet bør være større end 30	For lavt et forhold øger mineralisering (dannelse af nitrat) og dermed risiko for græsdominans I en "vel-fungerende" dværgbuskhede foregår kvælstofoptagelsen hovedsagelig som organiske kvælstof-forbindelser Græs optager kvælstof som nitrat
	Næringsstof	Indhold af kvælstof i årskud	Mindre end 14mg/g	Næringstofindholdet i lyngen kan påvirke frekvensen og intensiteten af bladbillangreb
	Eutrofiering	Luftbåren belastning med kvælstof pr ha	Tålegrænsen for typen bør ikke overskrides	Den nuværende tålegrænse for indlandsheder er sat til 17-22 kg N ha ⁻¹ Kvælstofbelastningen stammer fra dels lokale, regionale samt grænseoverskridende kilder: Det lokale bidrag kan variere fra 0 – 20 kg N ha ⁻¹ , det regionale fra 3 – 20 og det langtransporterede fra 3 – 8 kg N ha ⁻¹
Naturtypens karakteristiske arter	Vegetations-sammensætning	Registrér frekvensen af følgende arter, hvis de er tilstede: Hedemelbærris, tyttebær, revling, blåbær, engelsk visse, tuekogle-aks, hirsestar, klokke-lyng, bæger- og rensdyrlaver, samt mosser	Mindst fire af disse arter bør forekomme med en samlet dækningsgrad på mindst 10 %	"Struktur"-målsætning eller diversitetsmål-sætning Typen skal have en lille artsdiversitet Ved at sikre at lyngens forskellige stadier er repræsenteret vil der være mulighed for andre organismer på heden
	Negative planteindikatorer: træer	Dækningsgrad af fyr, gran, bævre-asp, eg, birk og ene	< 10 % træer	Heden kan betragtes som en naturskov med stor afstand mellem træerne Træer er en vigtig komponent i hedelandskabet Den spredte forekomst af træer begunstiger hedens større dyr og fugle

Bilag 3



Bilag 4

1. Basisinformation

Idom Hede er en del af det fredede område Idom Å, som blev fredet ved en kendelse fra Overfredningsnævnet i 1985. Der er 185,7 ha hede af naturtypen 4030. Nogenlunde midt gennem området løber et lille tilløb til Idom Å. Det adskiller nogenlunde den nordlige, privatejede del fra den sydlige del, som administreres af Ulborg Statskovdistrikt.

Omgivelserne er på de tre sider landbrugsland, og mod sydøst er der grænse til den statsejede Ormstrup Plantage.

Der vedlægges orthofoto 1999 over området med inddeling i delområder.

2. Detaljeret arealkortlægning

Delområde A (6,1 ha): Ret jævnt areal med ensaldrende hedelyng. Arealet er ryddet for selvsåede bjergfyr i 1986 og igen 1991. Lyngen er derefter slået i 1991. Der er kraftigt angreb af lyngens blad-bille.

Delområde B (7,5 ha): Ryddet for selvsåede bjergfyr i 1986 og 1991. Afbrændt 31.03.1998, men det var fugtigt så ilden gik ikke dybt og tog nogle steder ikke førnen med. Langs østkanten blev der lavet et brandbælte ved at afskrabe morlaget med Hedeselskabets skræller. På delområdet er der nu en varieret vegetation med lyng i god vækst. Lyngen er ung og derfor kun lidt angrebet af blad-biller.

Delområde C (16,1 ha): Ryddet for selvsåede bjergfyr i 1986, 1991 og 1995. Der var kun en begrænset mængde opvækst. Arealet er ret kuperet og domineret af revling. Nogle steder er lyngen gået ud p.g.a. blad-billeangreb.

Delområde D (0,9 ha): Et meget specielt område, som kun i ringe grad er dækket af vegetation. Det er sydeksponeret, tørt, gruset og højtliggende. Vegetationen er karakteriseret af sand-hvene, sand-skæg og laver. Det er ikke omfattet af definitionen på naturtype 4030 eller nogen anden habitat-naturtype, men er en overordentlig sjælden og speciel biotop.

Delområde E (16,5 ha): Arealet er ret kuperet og domineret af gammel lyng og revling. Ryddet for selvsåede bjergfyr i 1990 og 1991. Opvæksten var i den nordøstlige del meget tæt, og mange træerne var op mod 20 år gamle. Materialet blev flishugget og fjernet i 1992. Her er i dag en del bølget bunke. Sydsydvest for D findes flere områder, hvor vegetationen tidligere har været meget tynd, enten afblæsningsflader eller vindbrud. En lille firkantet plantage er bibeholdt ifølge aftale.

Delområde F (7,8 ha): Selvsåede bjergfyr blev fjernet i 1987, bortset fra den vestlige rand var der temmelig mange. Der blev opsat hegn i 1987 og græsning med får blev påbegyndt. Her blev foretaget knusning med en Uggerløse i 1991. Græsningen ophørte i 1994, og hegnet blev nedtaget i 1996.

Delområde G (8,7 ha): Her var en meget tæt opvækst af især selvsåede bjergfyr. De blev fældet i 1991 og 1992. Materialet blev flishugget og fjernet i december 1992. Hegnet om delområde F blev i 1992 udvidet til også at omfatte delområde G. I 1996 blev der foretaget stødsmøring af især røn i indhegningen. Græsningen ophørte også her i 1994, og i 1996 blev hegnet nedtaget.

Delområde H (4,5 ha): Selvsæede bjergfyr fældet og flishugget i 1992. Arealet udgøres af en sydøst-eksponeret skråning ned mod det lille tilløb til Idom Å.

Delområde I (3,4 ha): Arealet er i 1987 købt af Miljø- og Energiministeriet. Det består næsten udelukkende af plantet skov og et tidligere dyrket areal længst mod sydvest. Der findes næppe naturtype 4030 på det. Det er i denne sammenhæng taget med p.gr.a. de potentielle muligheder for at udvide hedearealet gennem naturgenopretning.

Delområde J (6,7 ha): Ret kuperet areal med gammel lyng og en del revling. Selvsæede bjergfyr er ryddet, brændt af og knust i 1995.

Delområde K (4,5 ha hede): Består af tre mindre hedearealer, som egentlig ikke er sammenhængende. Men de har samme forhistorie, idet de har været afgræsset af får siden 1992. Antallet af dyreenheder kan ikke opgives.

Delområde L (23,2 ha): Lyngen er temmelig ensartet og dominerende, men er i år udsat for et kraftigt angreb af lyngens bladbille. Arealet blev afbrændt i 1982, og har været afgræsset af får siden 1992.

Delområde M (4,2 ha): Lyngen er temmelig ensartet og dominerende, men er i år udsat for et kraftigt angreb af lyngens bladbille. Arealet har været afgræsset af får siden 1992.

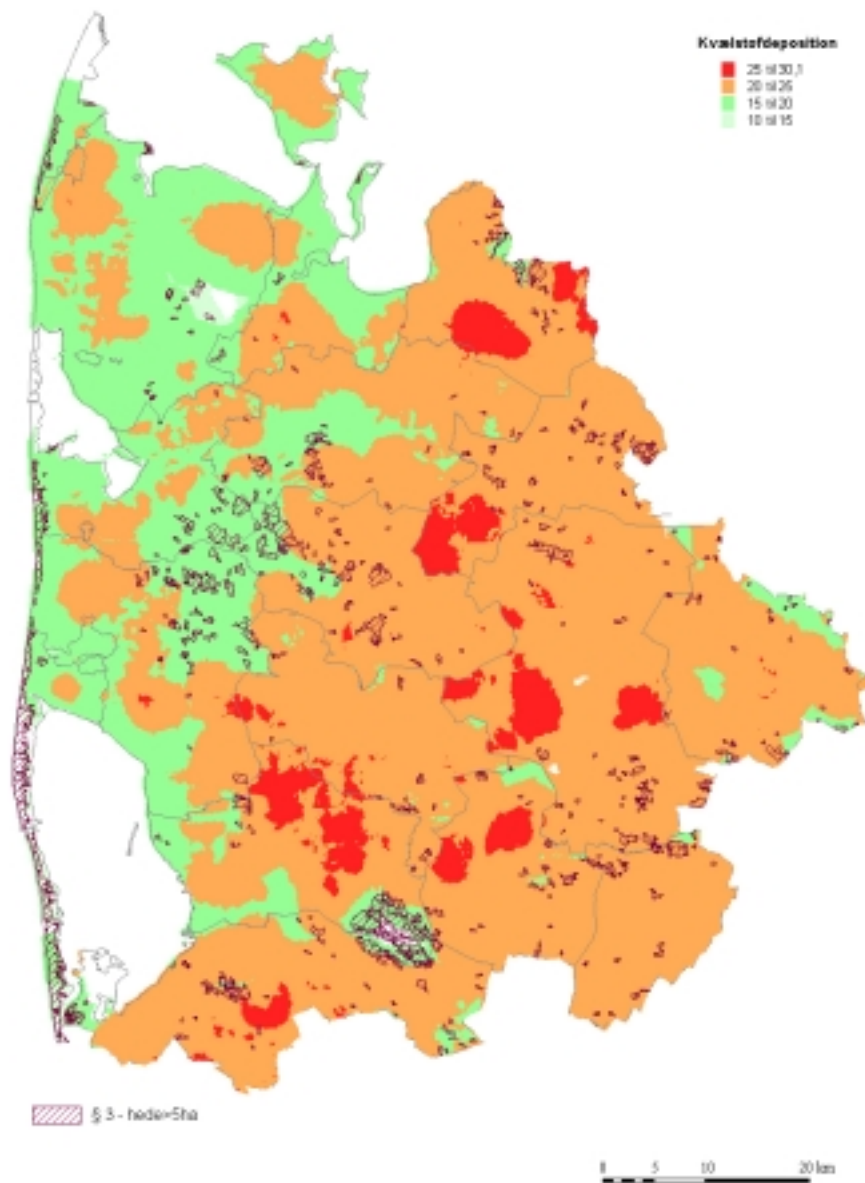
Delområde N (8,4 ha): Lyngen er temmelig ensartet og dominerende, men er i år udsat for et kraftigt angreb af lyngens bladbille. Arealet blev afbrændt i 1982.

Delområde O (7,2 ha): Lyngen er temmelig ensartet og dominerende, men er i år udsat for et kraftigt angreb af lyngens bladbille. Arealet blev afslået i 1986/1987. Med undtagelse af den sydøstligste del har det været afgræsset af får siden 1992.

Delområde P (15,5 ha): Ældre lyng med en del revling. Arealet har været afgræsset af får siden 1992.

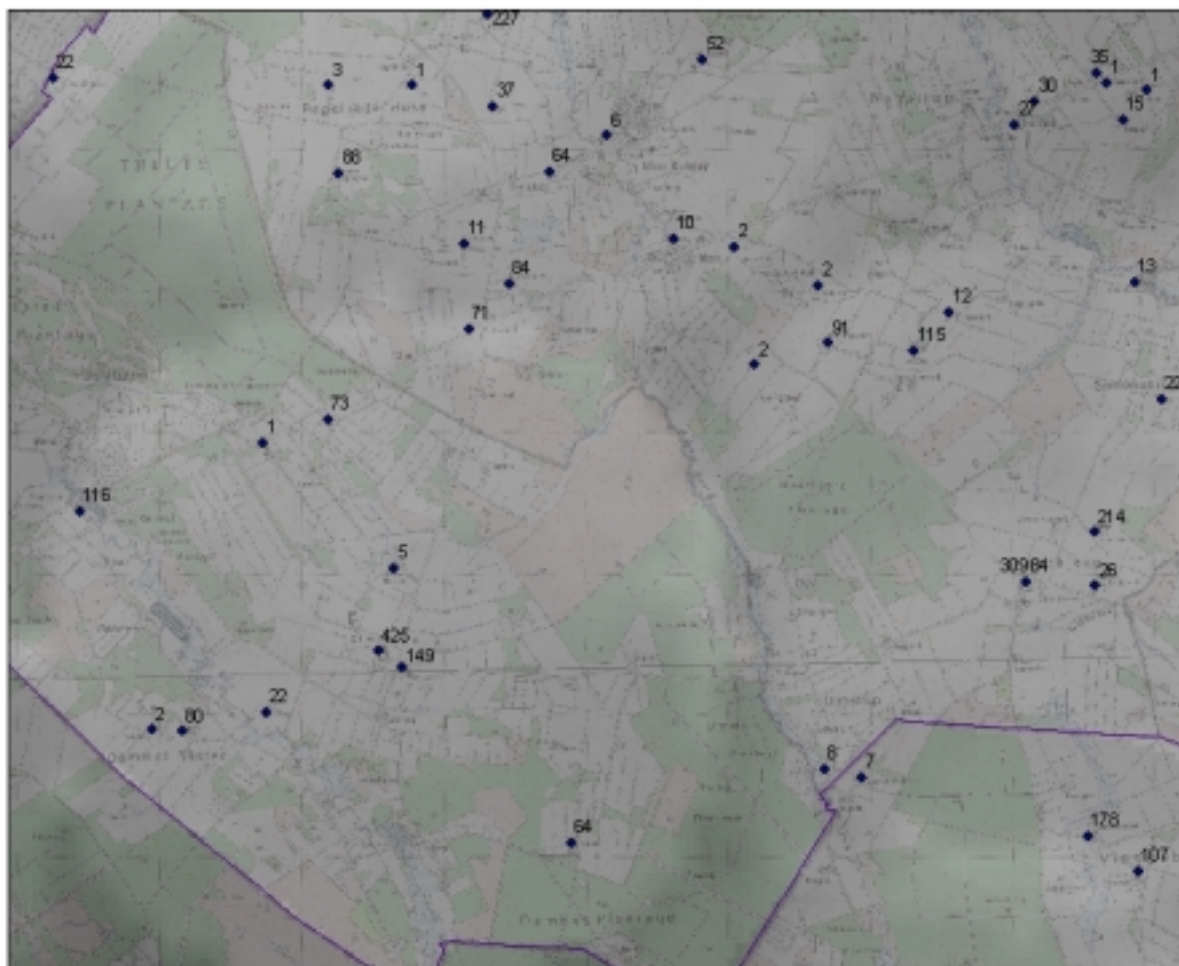
Delområde Q (48,9 ha): Ældre lyng, stedvis med dominans af revling. Men andre steder findes interessante afblæsningsflader eller vindbrud med kun ringe vegetations-dække af sand-hvene, sandskæg og laver. Især i den nordøstlige del ned mod Idom Å er selvsæede bjergfyr knust 1991/1992 og 1994/1995. Der er nu stedvis nogen opvækst af nye bjergfyr, som bærer kogler.

Bilag 5

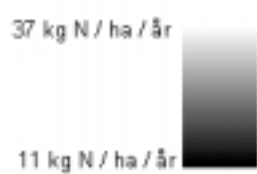


Bilag 6

Idom hede



Baggrund dep, N tot



Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljøministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

URL: <http://www.dmu.dk>

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 46 30 12 00
Fax: 46 30 11 14

Direktion
Personale- og Økonomisekretariat
Forsknings- og Udviklingssektion
Afd. for Systemanalyse
Afd. for Atmosfærisk Miljø
Afd. for Marin Økologi
Afd. for Miljökemi og Mikrobiologi
Afd. for Arktisk Miljø
Projektchef for kvalitets- og analyseområdet

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejlsovej 25
Postboks 314
8600 Silkeborg
Tlf.: 89 20 14 00
Fax: 89 20 14 14

Overvågningssektionen
Afd. for Terrestrisk Økologi
Afd. for Ferskvandsøkologi
Afd. for Marin Økologi
Projektchef for det akvatiske område

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 12-14, Kalø
8410 Rønde
Tlf.: 89 20 17 00
Fax: 89 20 15 15

Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

Publikationer:

DMU udgiver faglige rapporter, tekniske anvisninger, temarapporter, samt årsberetninger. Et katalog over DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter er tilgængeligt via World Wide Web.

I årsberetningen findes en oversigt over det pågældende års publikationer.

Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

2002

- Nr. 411: Satellite Tracking of Humpback Whales in West Greenland. By Dietz, R. et al. 38 pp. (electronic)
- Nr. 412: Control of Pesticides 2001. Chemical Substances and Chemical Preparations. By Krongaard, T. Petersen, K.K. & Christoffersen, C. 28 pp. (electronic)
- Nr. 413: Vegetation i farvandet omkring Fyn 2001. Af Rasmussen, M.B. 138 s. (elektronisk)
- Nr. 414: Projection Models 2010. Danish Emissions of SO₂, NO_x, NMVOC and NH₃. By Illerup, J.B. et al. 194 pp., 100,00 DKK.
- Nr. 415: Potential Environmental Impacts of Soil Spills in Greenland. An Assessment of Information Status and Research Needs. By Mosbech, A. (ed.) 116 pp. (electronic)
- Nr. 416: Ilt- og næringsstoffluxmodel for Århus Bugt og Mariager Fjord. Modelopsætning. Af Fossing, H. et al. 72 s., 100,00 kr.
- Nr. 417: Ilt- og næringsstoffluxmodel for Århus Bugt og Mariager Fjord. Modelopsætning og scenarier. Af Fossing, H. et al. 178 s. (elektronisk)
- Nr. 418: Atmosfærisk deposition 2001. NOVA 2003. Af Ellermann, T. (elektronisk)
- Nr. 419: Marine områder 2001 - Miljøtilstand og udvikling. NOVA 2003. Af Ærtebjerg, G. (red.) (elektronisk)
- Nr. 420: Landovervågningsoplande 2001. NOVA 2003. Af Bøgestrand, J. (elektronisk)
- Nr. 421: Søer 2001. NOVA 2003. Af Jensen, J.P. (elektronisk)
- Nr. 422: Vandløb og kilder 2001. NOVA 2003. Af Bøgestrand, J. (elektronisk)
- Nr. 423: Vandmiljø 2002. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning. Af Andersen, J.M. et al. 56 s., 100,00 kr.
- Nr. 424: Burden Sharing in the Context of Global Climate Change. A North-South Perspective. By Ringius, L., Frederiksen, P. & Birr-Pedersen, K. 90 pp. (electronic)
- Nr. 425: Interkalibrering af marine målemetoder 2002. Af Stæhr, P.A. et al. 88 s. (elektronisk)
- Nr. 426: Statistisk optimering af monitoringsprogrammer på miljøområdet. Eksempler fra NOVA-2003. Af Larsen, S.E., Jensen, C. & Carstensen, J. 195 s. (elektronisk)
- Nr. 427: Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2001. By Kemp, K. & Palmgren, F. 32 pp. (electronic)

2003

- Nr. 428: Vildtbestande, jagt og jagttider i Danmark 2002. En biologisk vurdering af jagtens bæredygtighed som grundlag for jagttidsrevisionen 2003. Af Bregnballe, T. et al. 227 s. (elektronisk)
- Nr. 429: Movements of Seals from Rødsand Seal Sanctuary Monitored by Satellite Telemetry. Relative Importance of the Nysted Offshore Wind Farm Area to the Seals. By Dietz, R. et al. 44 pp. (electronic)
- Nr. 430: Undersøgelse af miljøfremmede stoffer i gylle. Af Schwærter, R.C. & Grant, R. 60 s. (elektronisk)
- Nr. 432: Metoder til miljøkonsekvensvurdering af økonomisk politik. Af Møller, F. 65 s. (elektronisk)
- Nr. 433: Luftforurening med partikler i København. En oversigt. Af Palmgren, F., Wählin, P. & Loft, S. 77 s. (elektronisk)
- Nr. 435: Preliminary Assessment based on AQ Modelling. Ploiesti Agglomeration in Romania. Assistance to Romania on Transposition and Implementation of the EU Ambient Air Quality Directives. By Jensen, S.S. et al. 53 pp. (electronic)
- Nr. 436: Naturplanlægning - et system til tilstandsvurdering i naturområder. Af Skov, F., Buttenschøn, R. & Clemmensen, K.B. 101 s. (elektronisk)
- Nr. 437: Naturen i hverdagslivsperspektiv. En kvalitativ interviewundersøgelse af forskellige danskeres forhold til naturen. Af Læssøe, J. & Iversen, T.L. 106 s. (elektronisk)
- Nr. 438: Havternen i Grønland. Status og undersøgelser. Af Egevang, C. & Boertmann, D. 69 s. (elektronisk)
- Nr. 439: Anvendelse af genmodificerede planter. Velfærdsøkonomisk vurdering og etiske aspekter. Af Møller, F. 57 s. (elektronisk)
- Nr. 440: Thermal Animal Detection System (TADS). Development of a Method for Estimating Collision Frequency of Migrating Birds at Offshore Wind Turbines. By Desholm, M. 25 pp. (electronic)
- Nr. 441: Næringsstofbalancer på udvalgte bedrifter i Landovervågningen. Af Hansen, T.V. & Grant, R. 26s. (elektronisk)
- Nr. 442: Emissionsfaktorer og emissionsopgørelse for decentral kraftvarme. Eltra PSO projekt 3141. Kortlægning af emissioner fra decentrale kraftvarmeværker. Delrapport 6. Af Nielsen, M. & Illerup, J.B. 113 s. (elektronisk)
- Nr. 443: Miljøøkonomisk analyse af skovrejsning og braklægning som strategier til drikkevandsbeskyttelse. Af Schou, J.S. 43 s. (elektronisk)
- Nr. 444: Tungmetaller i tang og musling ved Ivittuut 2001. Af Johansen, P. & Asmund, G. 32 s. (elektronisk)

[Tom side]

Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

ISBN 87-7772-750-9
ISSN 1600-0048